ZEITSCHRIFT
für
Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)
und
Pflanzenschutz

47. Jahrgang. März 1937 Heft 3.

Originalabhandlungen.

Ueber einige Anomalien in der Kartoffelblüte.[1]

Von G. A. Kausche, Berlin-Dahlem.

Mit 24 Abbildungen im Text.

(Aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.)

Einleitung.

Unter dem Einfluß der Genzentrentheorie von Vaviloff (1925 bis 1931) sind neuerdings auch in der Kartoffelzüchtung im Anschluß an frühere Versuche (Literatur s. b. K. O. Müller 1929 und Schiemann 1932) in steigendem Ausmaße Bestrebungen in Gang gekommen, die darauf abzielen, den Genreichtum der Ursprungsgebiete, im wesentlichen also von Mexiko für 72-chromosomige *Demissum*-Formen, das hochandine Gebiet von Peru und Bolivien mit vorwiegend 24- und 48-chromosomigen Formen und Süd-Chile mit der Insel Chiloe (*Tuberosa* mit 2 n = 48), für die Zwecke der Qualitäts- und Immunitätszüchtung zu erschließen.

Die Grenzen und Möglichkeiten der Verwendung primitiver Formen einer Kulturpflanze für die Züchtung sind nun am ehesten daran abzuschätzen, in welchem Umfange bei den Sexualorganen oder deren Produkten Degenerations- oder Verbildungserscheinungen auftreten, die eine Beeinträchtigung oder Unterdrückung der sexuellen Fortpflanzung zur Folge haben.

Bei der Kulturkartoffel sind solche Blütenanomalien seit langem bekannt, zumeist aber nur kursorisch beschrieben worden. Für die

[1]) Die Drucklegung des schon vor längerer Zeit bei der Schriftleitung eingegangenen Artikels hat sich wegen des Wechsels in der Person des Herausgebers verzögert.

Primitivformen fehlt überhaupt jede Vorstellung über Vorkommen und Verbreitung pathologischer Veränderungen in der Blüte. Es reizte daher, aus einer größeren Arbeit über das Sterilitätsproblem bei der Kartoffel einiges über Anomalien in der Kartoffelblüte besonders zusammenzustellen und speziell unter dem Gesichtspunkt des Pathologischen zu betrachten. Damit erschöpft sich allerdings die Behandlungsmöglichkeit des Problems nicht. Für den Phytopathologen gewinnt die Beschreibung krankhafter Zustände und abnormer Formen erst dann an Wert, wenn es gelingt, die Beobachtungen kausal zu fundieren. Das Gleiche gilt für den Züchter, der beim Auftreten pathologischer Erscheinungen zwischen der Alternative „genotypisch bedingt“ oder „phaenotypisch bestimmt“ zu entscheiden hat, sich mit anderen Worten fragen muß: sind solche Anomalien erblich bedingte Abwandlungen von der Norm mit einer bestimmten Entwicklungstendenz, oder sind sie nur Modifikationen, hervorgerufen durch irgendwie der Pflanze in bestimmten Entwicklungsstadien abträgliche Umweltbedingungen?

Es würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, wollte man diesen Möglichkeiten in extenso nachgehen. Endgültig könnte einstweilen doch nur wenig entschieden werden. Daher ist nur auf das Gesamtproblem der Blütenanomalien verwiesen und versucht worden, Art und Umfang dieser pathologischen Abweichungen bei Kultur- und einigen Wildformen der Kartoffel festzustellen. An prägnanten Beispielen konnte wenigstens andeutungsweise schon einiges über die vermutlichen Ursachen mitgeteilt werden.

Zur Definition des Begriffes „Blütenanomalien“ genügt es festzustellen (K. O. Müller, 1934), daß „man nicht jede bei der Phanerogamenblüte auftretende Rück- und Umbildung der Sexualorgane als pathologisch bezeichnen darf.“ Müller (S. 43) erinnert an die vielen „Normalvariationen“ im Blütenaufbau der gemischtgeschlechtlichen Phanerogamen, bei denen durch Abortion des einen oder anderen Geschlechtes ein Teil der Blüten eines Stockes zwittrig, ein anderer rein weiblich oder rein männlich wird. Da wir für die Kartoffelblüte, und zwar für die europäischen Kulturformen und zum größten Teil auch für die südamerikanischen Primitivformen, wohlbegründete Vorstellungen über den Normalbau der Sexualorgane haben, sei alles das, was offensichtlich in der Kartoffelblüte pathologisch verändert ist oder eine Ausübung der normalen Funktion ganz oder teilweise verhindert, als „Anomalie“ aufgefaßt.

Damit gewinnen wir zugleich die Grundlage für ein Einteilungsprinzip der beobachteten Anomalien: Die Abweichung von der Norm ist der Endzustand einer Entwicklung, die wir zwar selber noch verfolgen können, deren Ursache aber meistens unbekannt ist. Wir müssen also einstweilen damit vorlieb nehmen, die Erscheinungen nach morpholo-

gischen Gesichtspunkten einzuteilen und wollen damit die physiologische Funktion oder Wirkung so verknüpfen, daß aus der Entwicklungstendenz einer Anomalie und ihren Folgen vielleicht auch auf die Ursache der Erscheinung geschlossen werden kann.

Sinngemäß folgen wir dabei dem morphologischen Aufbau der Blüte, die wir z. T. nach Reiling (1921) und nach von Wettstein (1935 II, 891—92) wie folgt zu charakterisieren haben (Abb. 1) [1]):



Abb. 1. Normale Kartoffelblüte.



Abb. 2. Blüte mit 6 Kelch- und 6 Kronenblättern.

Inflorescenzen zymös. Perianth und Androeceum 5-zählig, Blüte aktinomorph, seltener ± zygomorph. Fruchtknoten oberständig (nicht unterständig, wie Reiling 1921 schreibt), aus zwei Fruchtblättern bestehend, die schief zur Mediane der Blüte stehen. Zwei-, seltener mehr- oder einfächerig, mit marginalen, scheidewandständigen Placenten, zahlreichen oder (durch Reduktion) wenigen Samenanlagen. Die Früchte sind vielsamige Beeren. Endosperm im Samen vorhanden. Formel der Blüte: K 5 C (5) A 5 $\underline{G}$ (2). (Abweichung davon: s. a. Abb. 2.)

I. Blühverlust und vorzeitiges Abstoßen der Blüten.

Nach der Reihenfolge ihres Auftretens geordnet findet man bei der Kartoffel zunächst zwei Erscheinungen, die zur vollständigen Unterdrückung der sexuellen Fortpflanzung führen, also extrem abnorme Zustände bedeuten.

Das völlige Ausbleiben der Blütenbildung bei einigen europäischen Kulturklonen ist bekannt (Snell, 1921 und 1935). Weil aber andere Klone sehr „blühfreudig“ sind, lehnt Schiemann (1932) die Kompensationstheorie Darwins, also den Gedanken, daß reichliche Knollenbildung ein Ersatz für die stark zurückgedrängte sexuelle Vermehrung sei, ab. Die Unterdrückung der Blütenbildung ließ sich auch bei Kulturversuchen an Wildformen im Freiland in Dahlem beobachten. Soweit sich übersehen läßt, liegen exakte Versuche über die Faktoren, die die Blühfreudigkeit beeinflussen können, nicht vor. Wir sind also über die Bedeutung der Umwelteinflüsse auf die

[1]) Herr Dr. Rost hatte die Freundlichkeit, die Zeichnungen für die Abb. 1—5, 7—10, 12—17 und 24 herzustellen.

Blütenbildung bei den Wild- und Primitivformen nicht orientiert. Ebenfalls hat man sich noch nicht mit den Erblichkeitsverhältnissen dieser doch überaus wichtigen Erscheinung befaßt. Und doch scheint es eine artspezifische Reaktion der einzelnen Wildspezies auf Tageslänge und Sonnenscheindauer zu geben. Unter Dahlemer Freilandverhältnissen zeigten die ausgesprochenen Kurztagformen, wie das *Solanum andigenum* mit seinen vielen Varietäten, die Unterdrückung der Blühbarkeit in allen Übergängen, desgleichen auch *Sol. Aracc papa* (2 n = 24), *Sol. Bukasowii* (2 n = 24), *Sol. Rybinii* (2 = 48) u. a. mehr. Diese Formen aber im beschatteten Gewächshaus, also bei hoher Luftfeuchtigkeit und gedämpftem Licht gezogen, kommen dort sehr wohl zur Blüte und auch zum Fruchtansatz. Das *Sol. chakoense* (aus der Reihe der *Pinnatisecta*) gelangt als Hochandenspezies des nördlichen Peru und Bolivien in Dahlem im Freiland nur sehr spät in der Jahreszeit zur Blüte. Bei einer Sonnenscheindauer von etwa 6 bis 7 Stunden blühte es im frühen Herbst, also etwa von Mitte September bis Anfang Oktober und fruchtete auch sehr gut. Im Gewächshaus dagegen waren die Pflanzen dieser Art kümmerlich, blühten sehr schlecht und setzten keine Früchte an.

Auffällig ist an diesen Beobachtungen, daß die Kurztagformen (s. a. Bukasow, 1933, S. 156 ff.) sowohl hinsichtlich der Knollenbildung als auch in der Ausbildung der Sexualorgane Beziehungen zur Tageslänge zu zeigen scheinen. Wir können natürlich einstweilen noch nicht entscheiden, ob Knollenbildung und Blütenbildung irgendwie gekoppelt sind. Da wir aber im Gewächshaus unter für die Pflanze zuträglichen Bedingungen von den Kurztagformen Blüten und Knollen erhielten, so sehen wir darin eine Bestätigung der Ansicht Schiemanns (1932), daß Knollenbildung und Blütenbildung bei der Kartoffel auch bei den Wildformen keine Antagonisten sind.

Die Blütenbildung der Kartoffel scheint also bei manchen Formen allein schon durch Veränderung der Licht-, Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse zu beeinflussen zu sein. Wir können uns daher auch für viele Wildformen der Meinung Schiemanns anschließen, der (1932) schreibt, daß der Grad der Blütenbildung und des Ansatzes zwar einerseits „Sorteneigentümlichkeit" ist, andererseits aber in hohem Grade von Klima und Witterung während bestimmter Entwicklungsperioden der Blüte abhängt. Im wesentlichen werden wir den Ausfall genügenden Blühansatzes bei Kulturklonen und bei einigen Wildformen unter europäischen Verhältnissen als umweltbedingt anzusehen haben und zitieren hier Fruwirth (1924), der die Unregelmäßigkeit der ganzen Erscheinung an folgenden Beispielen aufzeigt: „Bei einer in Nord-Amerika vorgenommenen Feststellung bildeten von 721 Sorten nur 31 am Versuchsort, New-Haven, keine Blütenstände, aber 26 dieser Sorten

blühten an anderen Orten (East, 1908). Untersuchungen von Stout (1924) bestätigen diese Annahme, daß dieselbe Sorte an verschiedenen Orten und am gleichen Ort in verschiedenen Jahren sich verschieden verhalten kann."

Die andere Form, unter der die sexuelle Fortpflanzung bei der Kartoffel unterdrückt werden kann, ist das vorzeitige Abstoßen der Knospen und Blüten. Diese Erscheinung kann präfloral auf allen Stufen der Knospenbildung auftreten, sie kann aber auch die entfaltete Blüte treffen und schließlich noch postfloral einsetzen. Wir denken bei „floraler" und postfloraler Abstoßung der Blüte nicht an jene normalen Abläufe, die entwicklungsmäßig und zwangsläufig als Folge sexueller Vorgänge auftreten. Gemeint ist vielmehr der Verlust der Blüte, der die Pflanze häufig scheinbar ohne Notwendigkeit trifft und wohl in der Hauptsache auf Witterungs- und Bodenverhältnisse zurückzuführen sein dürfte. Das vorzeitige Abstoßen von Knospen und Blüten ist bei Kulturkartoffeln weit verbreitet und in jedem Jahr zu beobachten. Die Annahme Müllers (1934), daß zwischen den einzelnen Sorten in der Neigung zum Abwerfen der Blüten konstitutionelle Unterschiede bestehen, kann auch auf Wildformen ausgedehnt werden. Die Untersuchungen zu dieser Frage zeigten denn auch, daß alle Anden-Spezies (*Sol. Bukasovii*, *Rybinii*, *Boyacense*, *Juzepczukii*, *andigenum* und andere mehr) stark zum Abwerfen der Knospen und Blüten neigen, wenn sie uneingeschränkt den Dahlemer Freilandverhältnissen ausgesetzt waren. Im Gewächshaus unter regulierbaren Bedingungen erhält man zwar Knospen und Blüten, aber die einzelnen Arten reagieren sehr unterschiedlich und artspezifisch auf die Umweltbedingungen. Diese Feststellungen geben uns eine Methode an die Hand, unter exakten Bedingungen die offensichtlich erblich fixierte Reaktionsweise der Arten auf die Klimafaktoren zu ermitteln und dementsprechend im Experiment zu verwerten.

II. Die „groben" Anomalien in der Kartoffelblüte [1]).

Wenden wir uns nun der zweiten großen Gruppe abnormer Veränderungen am Sexualapparat der Kartoffel zu, dann finden wir eine Fülle von Bildungsabweichungen und Funktionsstörungen, die nach Müller (1934) einmal durch eine „Verschiebung der Organbildung" zustandekommen können, zum anderen in Entwicklungshemmungen der einzelnen Blütenorgane bestehen.

In einer Arbeit „über Eigentümlichkeiten und Anomalien der Kartoffelblüte als Sortenmerkmale" hat Klapp (1926/27 und 1928)

---

[1]) Fräulein Dressel habe ich zu danken für ihre Hilfe beim Aufsuchen der Blütenanomalien in den Kartoffelbeständen.

einige Erscheinungen zusammengestellt, die er unter Bezug auf die Beobachtungen von Snell (1921) und Schlumberger (1924/25) kurz beschreibt und auf deren Verbreitung bei den europäischen Kulturkartoffeln er hinweist. Die als ,,äußere Doppelkrone" (Abb. 3) bezeichnete Anomalie des äußeren Blütenblattkreises weist nach ihm und Snell (1935) ,,kleine, der Blütenkrone außen am Grunde angewachsene Blütenblättchen" auf, die meist ein-, drei-, selten vier- bis fünfzählig auftreten. Unter ,,innerer Doppelkrone" versteht man Blütenkronen, die zwischen Korolle und Stamina zusätzliche kleine Blütenblättchen enthalten. Klapp (1926/27, S. 115) rechnet dazu auch die — in solche verwandelten ,,petaloiden Staubbeutel", die dann also im Staubbeutelkreis zu fehlen scheinen —. Als Anomalien der inneren Blütenblattkreise werden von ihm angegeben:


Abb. 3. Blüte mit ,,äußerer Doppelkrone".

1. Auseinanderspreizen der Pollenbeutel.
2. Schiefstellung, Verbiegung und sonstige Deformationen der Staubbeutel.
3. Vergrünung, fädige Ausbildung, Pollenmangel der Staubbeutel, Umwandlung in Blütenblätter, farbige Blättchen.
4. Verwachsung von Staubbeuteln und Blumenkronblättern, oder mit innerer Doppelkrone. Vervielfachung der Staubbeutel.
5. Teilweise Umbildung der Blütenblätter zu Staubbeuteln von blasser Orangefärbung bis zur Ausbildung eines zweiten, der Krone aufliegenden Pollenbeutelkreises (Schlumberger).
6. Verbiegung, Spiraldrehung, Verbänderung, Vervielfachung des Griffels.

Diese Anomalien können jede für sich allein, aber auch vielfach zusammen an einer Blüte vorkommen, sodaß ,,eine solche bis zur Unkenntlichkeit deformiert" sein kann.

Penzig (1922) stellt an Mißbildungen und sonstigen Anomalien für die Kartoffelblüte fest: Synanthien garnicht selten, einfache Blüten oft polymer, Blütenfüllung durch Petaloidie einzelner oder aller Stamina (insbesondere der Antheren); Umwandlung der Petalen in Stamina. Korolle nicht selten eleutheropetal, adesmisch; freie Petala oft Antherenreste tragend oder direkt verwandelt in fünf ausgebildete, ,,reich pollentragende" Stamina. Heterostemonie, d. i. ungleichlange Ausbildung einzelner Stamina im Androeceum. (Bei einigen *Solanum*-Arten ist Heterostemonie normal vorkommend.) Pistilloidie wurde bei der Varietät ,,Champion" als Pistilloidie der Stamina in verschiedener Intensität ausgebildet in Schottland gefunden (Trail 1892, cit. nach Penzig).

Endlich sind auch beobachtet worden: Tricarpelläre Pistille, Auftreten von Ovula an den Filamenten der Stamina und an denPetalen. (Skott, nach Penzig).

Die Aufzählung der von den genannten Autoren gesehenen Mißbildungen in der Kartoffelblüte enthält entwicklungsgeschichtlich wie morphologisch sehr heterogene Erscheinungen. Wir wollen, um eine klarere Einteilung zu bekommen, für die von uns beobachteten Anomalien das von K. O. Müller (1934) vorgeschlagene „System" benutzen. Danach hätten wir zu unterscheiden:

A. 1. Androphylloidie:
Umbildung der Staubblätter zu Blattspreiten;
2. Gynophylloidie:
Umbildung der Fruchtblätter zu Blattspreiten;

B. 3. Andropetaloidie:
Umbildung der Staubblätter zu Blumenkronenblättern;
4. Gynopetaloidie:
Umbildung der Fruchtblätter zu Blumenkronblättern;

C. 5. Karpelloidie der Staubblätter:
Umwandlung der Staubblätter in Fruchtblätter bzw. fruchtblattähnliche Gebilde;
6. Staminoidie der Fruchtblätter:
Umwandlung der Fruchtblätter in Staubblätter oder ähnliche Gebilde;

D. 7. Prolifikation:
Durchwachsen des Vegetationsscheitels der Blüte, wobei im Zentrum der Blüte ein Laubsproß zur Entstehung gelangt und die Fruchtblätter z. T. auch die Staubblätter zu laubblattähnlichen Gebilden umgewandelt werden.

Alle diese Erscheinungsformen stellen also eine Organverschiebung bzw. eine Umbildung dar. Zu diesen hätten wir von den früheren Beobachtungen (Snell, Schlumberger, Klapp, Penzig usw.) zu rechnen:

„Vergrünung bzw. fädige Ausbildung" der Staubbeutel als Androphylloidie (Klapp);
„Umwandlung der Staubbeutel in blütenblattfarbige Blättchen" als Andropetaloidie (Klapp);
„Teilweise Umbildung der Blumenblätter zu Staubbeuteln" als Staminoidie der Petalen (Klapp, Schlumberger);
„Umwandlung der Stamina in Pistille als Pistilloidie" (Trail).

Neben diesen Erscheinungen kommen aber auch solche vor, die wir als Organneubildung in der Blüte oder als Organausfall aufzufassen haben, Veränderungen also, die als zusätzliche zu bezeichnen

sind. Dazu gehören die als „äußere" und „innere" Doppelkrone beschriebenen Bildungen des Korollenkreises. Entwicklungsgeschichtlich gesehen, hätten wir den von Klapp (1926/27) geschilderten Fall, wo „petaloide" Staubbeutel die Vermehrung der Korolle um einen „inneren" Kreis bewirken, als einfache Andropetaloidie zu bezeichnen, also als Organverschiebung, da ja Stamina dafür ausfallen. Alle anderen Deformations- oder Umbildungserscheinungen gehören nicht hierher; sie bewirken keine grundsätzliche Änderung im Bauplan der Blüte, sondern nur eine mehr oder weniger monströse Anomalie des betreffenden Organes. Der von Klapp angeführte „Pollenmangel" ist wohl auf Abortionserscheinungen in den Antheren zurückzuführen. Er kann verschiedene Ursachen haben und braucht in keinem Zusammenhang mit Organanomalien zu stehen.

Androphylloidie, also die Umbildung der Staubblätter zu Blattspreiten, wird häufig beobachtet, meistens jedoch nicht als totale Androphylloidie, sondern nur als partielle: entweder ist das terminale Ende einer Anthere in eine Blattspreite verwandelt und der basale Teil normal ausgebildet, oder eine der beiden Theken ist zu einem laubblattähnlichen Gebilde geworden, wobei auch das Filament von der Umbildung erfaßt sein kann. Daß es sich um ein echtes Blattgebilde handelt, ist an dem Vorkommen von völlig intakten Spaltöffnungen zu sehen, deren Schließzellen normale Chlorophyllkörner enthalten. Die genauere mikroskopische Untersuchung dieser Verbildungen zeigte, daß man bei oberflächlicher Betrachtung unter den sogen. „Vergrünungserscheinungen" der Antheren sehr leicht recht heterogene Dinge zusammenfassen kann. Blattspreitenähnliche Gebilde können sein: 1. „Echte" Vergrünungen der Antheren. Anstatt des gelben Farbpigmentes enthalten die Zellen solcher Gebilde Chlorophyll; der Bau der Anthere ist sonst nicht verändert. Die Anomalie besteht also nur darin, daß die Antheren grün anstatt gelb gefärbt sind. 2. Phylloide Umbildungen in echte Blattspreiten, die freilich meistens nur sehr rudimentär entwickelt sind (Abb. 4, a und b). 3. Chlorophyllhaltige Gebilde, die echte Griffel sind (Abb. 5). Wenn diese auch der Form nach mit solchen nichts gemein haben, so müssen sie doch deshalb als Griffel angesehen werden, weil sie auf der Oberfläche des terminalen Endes normal ausgebildete Papillen aufweisen, die in ihrer für die Kartoffel typischen Form Narbensekret als große, stark lichtbrechende Tröpfchen enthalten. Diese Erscheinung wäre also im Grunde genommen als Pistilloidie zu bewerten (s. auch bei Werth, 1924, 150/51).

Es war nun interessant, die zuletzt erwähnten merkwürdigen Umbildungen weiter zu verfolgen, namentlich aus zweierlei Gründen: einmal mußte sich herausstellen, ob zu diesen terminal teilweise griffelartigen (Papillen und Griffelleitgewebe) und basal antheroiden Gebilden

irgendwo auch Teile zu finden waren, die fruchtblattartige Struktur aufwiesen. Es wäre dann u. U. eine Entscheidung über die Entstehung dieser Anomalien möglich gewesen. Denn von Skott (aus Penzig, 1922) ist wohl die Umwandlung der Stamina in Griffel gesehen worden, der Nachweis ihrer Entstehung fehlt jedoch bei ihm. Da die Griffel entwicklungsmäßig als verlängerte Fruchtblätter aufzufassen sind, müßte auch der Nachweis der Organe möglich sein, denen die Pistille schließlich nur zugeordnet sind. Die Untersuchung darüber, ob bei der Umwandlung der Antheren in Griffel diese auch aus Fruchtblättern hervorgehen, konnte zugleich einen Einblick in die funktionelle Differenzierung dieser äußerlich in Antheren und, wenn auch stark verbildet, in Griffel getrennten Organe gewähren. In einfachen Zupf- und Quetschpräparaten, die sehr vorsichtig unter der binokularen Präparierlupe bzw. unter dem Mikroskop hergestellt waren, wurde eine merkwürdige ,,Gemischtgeschlechtlichkeit" gefunden: diejenigen Teile dieser Doppelgebilde, die äußerlich einer Blattspreite ähnelten und Papillen trugen, enthielten Samenanlagen, waren also die grünen äußerlich griffelartigen Fruchtblätter. In den antheroiden Partien fanden sich Pollen. Jedoch war die Verteilung dieser Sexualmerkmale nicht so streng durchgeführt, wie etwa die äußerliche Abtrennung. Vielmehr waren häufig die Pollen aus den antheroiden Teilen in die Hohlräume mit den Samenanlagen gefallen. Die Pollen waren meist gut ausgebildet, besaßen aber keine Exine. Keimpori waren nicht zu entdecken, die Oberfläche nicht irgendwie strukturiert, auch sonst keine Scheidung in Intine und Exine zu sehen. Die glasklaren und durchsichtigen Körner enthielten einen normalen Kern, der in homogenem Plasma meist einer Wand anlag. Der größte Teil des Pollenkornes war erfüllt von einer großenVakuole. Durch vorsichtiges Bewegen der Pollen mit dem Deckglas an dem Objektiv (Öl.Im.) mittels der Seitenverschiebung des Kreuztisches war es möglich, die Pollen ,,herumzurollen" und Beobachtungen (starke Abblendung und schiefe Beleuchtung) über den Inhalt und seine Verteilung anzustellen. Häufig waren die Pollen zu Gruppen, also ,,pollinienähnlichen" Gebilden, verklebt. Es müssen also in diesem antheroiden Teil des Doppelorganes alle Voraussetzungen zur Produktion der männlichen Gonen gegeben und von den Organen die wesentlichen Funktionen, wie die Bildung von Archesporzellen und die Durchführung der Reduktionsteilung, erfüllt gewesen sein. Neben normal großen Pollen wurden



Abb. 4. a = Phylloide Bildung an der Antherenbasis, b = dasselbe in Aufsicht.



Abb. 5. Pistilloidie an einer Anthere.

auch typische Dyaden, Kleinpollen und geschrumpfte „leere" Körner gefunden. Der Grund für das Ausbleiben der Exinenbildung ist nicht ohne weiteres zu ermitteln. Die Entwicklung der Pollen schien abgeschlossen, da die Blüten vollständig geöffnet waren. Die Ausbildung der Pollen ist jedenfalls frühzeitig sistiert worden, und man geht wohl in der Annahme nicht fehl, daß die membranaufbauenden Grundstoffe nicht mehr geliefert wurden. Dafür spricht das spärliche und wasserklare Plasma, das offensichtlich sehr arm an Inhaltstoffen war. Die grundsätzlich wichtige Frage, „ob die physiologische Abhängigkeit vom Diplonten oder die phylogenetisch bedingte Selbständigkeit bei der Formgebung der Pollen" (und also auch bei der Ausgestaltung der Pollenhäute) überwiege, ist bekanntlich von Renner (1919) dahingehend entschieden worden, daß die physiologische Abhängigkeit vom Diplonten nicht so weit geht, daß seine genotypisch bedingte Ausbildungsweise unterdrückt wird (s. auch Schnarf, 1929). Nimmt man die Ablagerung von membranbildenden Stoffen von außen her aus der Antherenflüssigkeit an, dann kann die daraus herrührende Verarmung in Verbindung mit einer Unterfunktion bzw. Fehlsekretion (Oehlkers, 1927) des Tapetums gebracht werden.

Im Inneren des griffelähnlichen Gebildes fanden sich reichlich Samenanlagen, die alle deutlich mit einem kurzen Funikulus an der Wand verhaftet waren. Damit ist dieser Teil, obwohl ihm äußerlich jede Ähnlichkeit mit einem Gynäzeum fehlte, als weiblich differenziert anzusprechen. Aufbau und Wachstumsrichtung der „Ovula" ist typisch amphitrop. Die Entwicklung schien abgeschlossen, obwohl natürlich die ganze Anlage rudimentär war. Es war nicht mit Sicherheit festzustellen, ob diese Organe einen Embryosack enthielten und wie der Nuzellus aufgebaut war. Eine Mikropyle schien vorhanden zu sein; das würde auf eine Umhüllung durch mindestens ein Integument hindeuten. Im wesentlichen war aber der Aufbau (Abb. 6) dem normaler Samenanlagen gleich, wenn auch alle Teile in ihren Ausmaßen erheblich reduziert waren. Wegen der geringen Größe der Objekte mußten die Beobachtungen an Totalpräparaten vor sich gehen. Das hatte den Vorteil, unverletzte „Samenanlagen" zur Verfügung zu haben. Wenn, was fast anzunehmen ist, kein Embryosack ausgebildet ist, das Ganze also eine „taube" Anlage darstellt, dann würden im „weiblichen" Teil dieses Gebildes zwar vom Diplonten die Vorbereitungen zu einer sexuellen Differenzierung getroffen worden sein, diese selber wäre aber ausgeblieben: eine Megaspore hätte sich nicht gebildet.

Diese Beobachtung zeigt einen Fall von Karpelloidie der Stamina, der leicht als Phylloidie angesehen wird, weil der vergrünte Teil äußerlich einer Blattspreite ähnelt. Nun ist in diesem Zusammenhang noch ein Fall von Verbildung der Antheren zu erwähnen, der morphologisch

recht eindeutig war, sich aber entwicklungsmäßig nicht ohne weiteres erklären ließ. Ebenso wie blattähnliche Griffel wurden manchmal normal aussehende Griffel an der Innenseite des Andröceums beobachtet. Diese Griffel, getrennt wachsend von der Anthere, entsprangen an ihrer Basis einem fruchtknotenähnlichen Gebilde, das an der einen Seite in die Anthere überging. Diese „zusätzlichen" Fruchtknoten schienen aus zwei Karpellen zu bestehen, wie am Narbenkopf zu sehen war. Das eine Fruchtblatt war normal gebildet, das andere als solches nicht mehr zu erkennen; denn es muß entweder mit der Anthere verwachsen gewesen sein, oder der basale Teil dieser ist in ein Fruchtblatt verwandelt worden (Abb. 7). Jedenfalls war der Fruchtknoten nicht in zwei Fächer geteilt, sondern bildete eine einzige Höhle, die nach der Anthere zu offen war, also mit der Antherenkammer direkt kommunizierte. Die Innenseite der Fruchtknotenhöhle war in ganz ähnlicher Weise, wie oben beschrieben, mit Samenanlagen ausgekleidet; ja, diese waren auch im unteren Teil einer griffelkanalähnlichen Erweiterung des Pistilles an dessen Mündung in die Fruchtknotenhöhle zu finden. Durch die Verbindungsöffnung zwischen Antheren und Fruchtknotenwand waren Pollen in die Fruchthöhle geraten und hatten, ähnlich wie oben, einen direkten „Zugang" in das anormale Gynäceum gefunden.

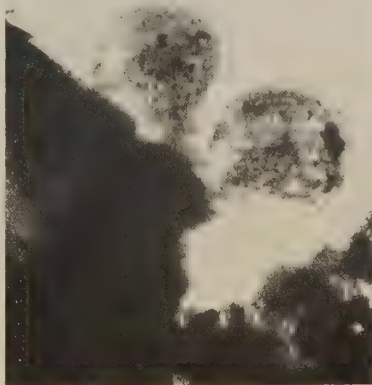


Abb. 6. Rudimentäre Samenanlage aus einer äußerlich pistilloid verbildeten Anthere.

Diese beiden Befunde sind geeignet, Aufschluß über das Vorkommen verschiedener Formen von karpelloider Verbildung von Antherenteilen zu geben. Ob man im letzteren Falle von „echter" Karpelloidie sprechen darf, erscheint zweifelhaft. Denn ebensogut könnte man die accessorische Bildung von Fruchtblättern staminalen Ursprungs oder im staminalen Kreis annehmen: neben der normalen Anthere entsteht als überzähliges Gebilde ein Fruchtknoten, der mit der Anthere verwachsen ist. Wie allerdings das Ausbleiben der Scheidewände zu erklären ist, bleibt fraglich. Jedenfalls sind nun die Plazenten nicht mehr marginal scheidewandständig, sondern „fruchtwandständig" geworden. Skott soll (das



Abb. 7. Bildung eines Fruchtknotens mit Griffel an der Antherenbasis.

Original seiner Arbeit war mir leider nicht zugänglich) das Auftreten von „Ovula" an den Filamenten und an den Petalen beobachtet haben. Diese Mitteilung kann bei dem vorliegenden Material nur mit einigem Vorbehalt bestätigt werden. Es wurden zwar (das Präparat war leider zerrissen) einige Samenanlagen auf der Außenseite des Fruchtblattes gesehen, und zwar an der Grenze zwischen der Ansatzstelle des Griffels und des Filamentes (ein Fruchtknoten fehlte), der Griffel mündete direkt in das Filament; ob aber nicht doch diese Ovula von einem fruchtknotenartigen Gebilde kamen, konnte leider aus dem obigen Grunde nicht mit Sicherheit entschieden werden (s. a. Abb. 6).

Die Erscheinung der Karpelloidie im staminalen Kreis wurde aus dem Grunde hier besprochen, weil sie bei oberflächlicher Betrachtung leicht mit phylloiden Bildungen verwechselt wird. **Gynophylloidie** wurde in keinem Falle mit Sicherheit gesehen, wenn man als Kriterium dafür die Umwandlung der Fruchtblätter in Blattspreiten zu einem Zeitpunkt ansieht, wo sie noch nicht zu einem Fruchtknoten verwachsen sind. Die Umbildung eines Griffels in ein deutlich blattspreitenähnliches Gebilde oder zu verbänderten Anomalien wurde mehrfach beobachtet. Die Fruchtblätter waren in diesen Fällen nie von der Umbildung mit erfaßt. Auf die Analyse der sogen. „Monopol-Mutation", als der extremen „Vergrünung" aller Blütenbestandteile, wird weiter unten eingegangen werden.

Die **Andropetaloidie** ist wohl die am weitesten verbreitete Anomalie, die man in der Blüte der Kartoffel findet. Von der Umwandlung in Petalen kann einmal der ganze Staubblattkreis betroffen sein; die Anomalie kann sich aber auch nur auf einzelne Stamina beschränken. Diese werden entweder ganz in Blütenblätter umgewandelt oder nur teilweise verbildet. Sind sämtliche Teile des Antherenkreises in Blütenblätter umgebildet, dann spricht man wohl von der sogen. „inneren Doppelkrone". Diese kann jedoch nur dann als „echte" innere Doppelkrone angesprochen werden, wenn die Petalen zusätzlich entstanden sind. Nur wenn sie aus Staubblättern hervorgehen, handelt es sich um „echte" Andropetaloidie. In beiden Fällen wird der Eindruck einer gefüllten Blüte hervorgerufen.

Einige besondere Fälle von Andropetaloidie, die nicht zur „inneren" Doppelkrone führen, sind auf der Abbildung 8, a—i dargestellt. Im einfachsten Falle entsteht bei sonst völlig normaler Entwicklung der Anthere am basalen Teil des Filamentes ein schuppenblattähnliches kleines Gebilde, das alle Merkmale eines echten Blütenblättchens trägt. Diese „Schuppenblättchen" sind meist auf das untere Drittel der Anthere beschränkt, sie können aber auch zu ansehnlicher Größe heranwachsen. Meist ragen sie frei in den Blütenraum hinein, sind aber auch manchmal bis zu zwei Dritteln ihrer Fläche mit dem

normalen Blumenkronblatt verwachsen. Grundsätzlich zu demselben Typ gehören solche Umbildungen, die $^{2}/_{3}$ bis $^{3}/_{4}$ der Antherenfläche als Ursprungsbasis haben. In allen diesen Fällen handelt es sich aber nicht um Petaloidie im eigentlichen Sinne des Wortes, sondern um eine Neubildung von Blütenblättchen oder ähnlichen Gebilden an den Filamenten, bei der die Antheren nicht weiter als durch mehr oder weniger starke Verwachsung mit denselben in Mitleidenschaft gezogen werden.

„Echte" Petaloidie besteht immer in einer Umwandlung der Anthere selbst in ein Blumenkronblatt. In den meisten Fällen beobachtet man nur partielle Petaloidie, d. h. die basalen Teile einer Anthere sind noch normal ausgebildet, die terminalen dagegen in blütenblattähnliche



Abb. 8. a bis i = einige Formen von Andropetaloidie.

Organe umgewandelt. Die Umbildung kann aber sehr tief hinabreichen und im Extremfall das ganze Organ umfassen. Entwicklungsgeschichtlich ist die terminale und partielle Petaloidie ein Vorgang, der in den jüngsten Entwicklungsstadien der Anthere zugunsten einer normalen Entwicklung zum Stillstand gekommen sein muß. Bei totaler Petaloidie bleibt die Blumenkronblatt-„Tendenz" erhalten. Es kommt infolgedessen nicht zu der für die Antheren typischen Gewebedifferenzierung.

Der Umwandlung ganzer Antheren steht eine andere Umbildung gegenüber; nur die eine Hälfte wird zum Blütenblatt. Auch diese Anomalie kann sich partiell vom terminalen Ende bis zu den basalen Teilen erstrecken, sie kann aber auch das ganze Organ umfassen.

Die petaloiden Bildungen sind entweder frei oder untereinander und außerdem noch mit den echten Blumenkronblättern verwachsen. Im ganzen ist die Untersuchung der Andropetaloidie verhältnismäßig einfach, weil die umgebildeten Teile der Anthere zugleich mit der anatomischen Struktur auch die Farbe des Blütenblattes anzunehmen pflegen. Ebenso wie bei den phylloiden Verbildungen der Staubblätter gilt hier,

daß die äußerlich normal ausgestalteten Teile einer partiell umgebildeten Anthere auch funktionell durchaus intakt sind. Man findet in ihnen Pollen, die allerdings meist irgendwie „gehemmt“ sind und denen häufig durch die Blütenblattbildungen der Ausweg ins Freie versperrt ist.

Als **Staminoidie** der Blumenkronblätter können wir eine schon von Klapp angedeutete Erscheinung bezeichnen, bei der Blätter oder besser Teile der Korollenblätter zu Antheren oder diesen ähnlichen Gebilden verwandelt werden. Ganze oder teilweise Umbildung der Blumenblätter zu Staubbeuteln von blasser Orangefärbung (Klapp, 1926/27) bis zur Ausbildung eines zweiten der Krone aufliegenden Pollenbeutelkreises (Schlumberger, 1924/25) ist zwar nicht gesehen worden, dagegen wohl eine Erscheinung, die als Entwicklungsstufe in der von den beiden Autoren gezeigten Richtung liegen dürfte.



Abb. 9. Staminoidie der Blumenkronblätter.

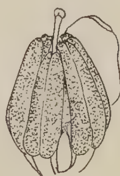


Abb. 10. Bildung eines zusätzlichen Fruchtknotens im staminalen Kreis.

Den Antheren gegenüber (Abb. 9) haben sich in solchen Fällen auf der Innenseite der Blütenblätter einzelne, aber auch häufig Reihen von mehreren kleinen Höckern gebildet, die in der orangegelben Farbe der Antheren diesen manchmal auch morphologisch ähnlich sein können. Meist sind es Gewebehöcker, die nur durch ihre Färbung ihre Analogie zu den Staubbeuteln verraten. Man findet aber auch deutlich wenigstens äußerlich in Theken differenzierte Höcker, sodaß also nach Form und Farbe kein Zweifel daran bestehen kann, daß es sich um eine Umbildung kleiner Flächenteile der Blumenkronblätter in Antheren oder doch antheroide Gebilde handelt. Die Entstehung dieser Gebilde wird in der Entwicklungsgeschichte der allerfrühesten Stadien der Korolle und der Stamina zu suchen sein. Göbel (1928) spricht in einem ähnlichen Falle von „Mitnehmen von Antherenteilen“ durch Korollgewebe in frühen Wachstumsstadien. Eine Entscheidung, ob echte Umbildung von Petalenteilen oder eben das Mitschleppen von früh losgerissenen Gewebepartikeln staminaler Differenzierung vorliegt, wird nicht leicht sein. Auch für diesen Fall hätte man dann von echter bzw. vorgetäuschter Staminoidie zu sprechen.

Die in wenigen Fällen beobachtete **Umwandlung der Staubblätter in Fruchtblätter** ist nicht leicht zu erklären. In drei Fällen war im Staubblattkreis zwischen je zwei Antheren jedesmal ein vollständiger Fruchtknoten entstanden. Die Gynaeceen waren deutlich zwei-karpellig und

enthielten wenige verkümmerte Samenanlagen (Abb. 10). Der Griffel war rudimentär vorhanden, spitzfädig auslaufend und ohne Narbenkopf. Es handelt sich also um die Neuanlage eines zweiten Fruchtknotens, denn die Antheren waren in Fünfzahl vorhanden. Da jedoch hin und wieder mehr als fünf Staubblätter gefunden worden sind, bleibt immerhin die Möglichkeit offen, daß eine überzählige Staubblattanlage zu einem Gynaeceum wurde. Dann läge ein Fall von echter Karpelloidie vor. Wahrscheinlicher ist jedoch, daß es sich um eine völlige Neubildung handelt, die weder staminalen noch karpelloiden Ursprungs in dem Sinne war, daß sie sich aus dem normalen Fruchtblattkreis ableiten ließe. Die Trennung der beiden Fruchtknoten ist deutlich, der accessorische liegt mehr außerhalb als innerhalb des Staubblattkreises. Die letztere Deutung scheidet daher wohl aus. Echte „Androkarpelloidie" ist im übrigen äußerst selten beobachtet worden. Es sei in diesem Zusammenhang auf die früheren Angaben über phylloide Verbildungen in den Antheren hingewiesen.

Staminoidie der Fruchtblätter, also die Umwandlung der Karpelle in Staubfäden, ist nicht beobachtet worden, desgleichen wurde **Prolifikation** nicht gesehen.



Abb. 11. „Blütenstand" bei der Mutante „Monopol".

Abschließend soll zu dem Abschnitt „Organverschiebungen" noch über einen Fall **völliger „Vergrünung"** berichtet werden. Es handelt sich dabei um eine Anomalie, die bei dem Klon „*Monopol — Mutation*" gefunden wurde. Der normale Klon blüht regelmäßig mit gut ausgebildeten Blüten ab, in denen alle Teile normal gebaut sind.

Bei der Mutante „*Monopol*" (Abb. 11) werden Blütenstände im „Knospenstadium" vorgetäuscht. Die Anomalie besteht neben völliger Vergrünung darin, daß bei fortgesetzter und regelmäßig wiederholter gabeliger Verzweigung (Göbel, 1928) der Inflorescenzen endständige Blütenstände gebildet werden. Es entsteht dadurch eine 12-stufige Dichotomie, die regelmäßig bei fast allen Inflorescenzen wiederzufinden ist. Verfolgt man nun die Anlage der Blütenstände, so erkennt man,

daß diese auf den einzelnen Stufen in den Achseln kleiner Vorblätter inseriert sind. Die endständigen vergrünten Blütenstände bestehen immer aus vier und vier Blütchen, die infolge starker Reduktion der Stiele sehr dicht gedrängt stehen.

Eine solche Blüte ist an sich normal angelegt. Sie enthält 4—6 nicht verwachsene Kelchblätter, von denen einzelne zu Laubblättchen ausgewachsen und umgebildet sein können (Abb. 12). Die völlig vergrünten Blumenkronblätter sind ebenfalls nicht verwachsen, in Fünfzahl vorhanden und tragen an den Spitzen Haare, die in Büscheln zusammenstehen. Der Staminalkreis enthält fünf Staubblätter, die, wie alle anderen Bestandteile der Blüte, auch stark reduziert sind und ebenfalls Chlorophyll enthalten. Sie sind auch anscheinend nicht in Theken



Abb. 12. Einzelblüte aus einer Inflorescenz der Mutante „Monopol". Ein Kelchblatt ist zum Laubblatt ausgewachsen.



Abb. 13. Einzelblüte der Mutante „Monopol": a = die vorderen Kelchblätter, b = die vorderen Blütenblätter entfernt.



Abb. 14. Zwei Blüten aus dem Blütenstand der Mutante „Monopol"; Laubblattbildung, eine Blüte ist „geöffnet".

usw. gegliedert. Die Fruchtblätter sind vorhanden, ein Griffel fehlt. Die Karpelle können verwachsen sein, aber auch oben auseinanderklaffen, sodaß das Innere sichtbar wird. Sie tragen auf ihrer der „Fruchtknotenhöhle" zugewandten Seite einige Samenanlagen, die den früher beschriebenen in Form und sonstiger Ausbildung durchaus gleich sind (Abb. 13, a und b).

Der Eindruck völliger Verlaubung entsteht zunächst dadurch, daß die teilweise zu Laubblättchen umgewandelten Kelchblätter sich über die nicht verwandelten erheben, dann aber auch dadurch, daß zwischen den Blütchen echte Laubsprosse entstehen, deren Blättchen meist weiter entwickelt sind als die der Blütenstände. Bei den Blüten handelt es sich aber keineswegs um Knospen, sondern um völlig ausgewachsene Organe, die sich z. T. sogar „öffnen" können (Abb. 14). Allerdings sind ihre Bestandteile rudimentär geblieben und in dem beobachteten

Zustand wohl am Ende ihrer Entwicklung angekommen. (Der normale Klon „*Monopol*", der unmittelbar neben der Mutante stand, war — beide gleichzeitig gepflanzt — in voller Blüte.)

Bei der Gesamterscheinung stand also zur Entscheidung: sind die vergrünten Infloreszenzen echte Laubsprosse oder Blütenstände mit totaler Phylloidie ihrer Einzelorgane? Von vollständiger Phylloidie kann indes keinesfalls gesprochen werden, weil nur e i n, höchstens zwei Kelchblätter zu Laubblättern umgewandelt werden. Alle anderen Organe der Blüten werden normal angelegt und bleiben auch ungefähr so erhalten. Auch das Vorkommen von Samenanlagen spricht dafür, daß zum mindesten die Differenzierung in Geschlechtsorgane eingeleitet wird. In funktioneller Hinsicht ist allerdings das Gesamtorgan bedeutungslos geworden. Keines seiner Einzelteile kann mehr die ursprüngliche Aufgabe übernehmen, weil alle in der Entwicklung stecken geblieben und außerdem vergrünt sind.

Wir haben es bei den grünen Blütenständen dieser Mutante — ihre Entstehung ist noch nicht geklärt — mit einer sehr komplexen Erscheinung zu tun: zunächst die an echte Dichotomie erinnernde gabelige Verzweigung der Laubsprosse (Verwandlung eines Sympodiums mit gestreckter Achse in eine wiederholt gablige Verzweigung?); sodann die Reduktion der Infloreszenzen zu gedrängt stehenden Blütenständen am Ende dichotomer Gabeln (s. a. Abb. 11) und endlich die partielle Phylloidie der Blütenhülle verbunden mit starker Reduktion der vergrünten, aber im Wesen erhaltenen Blütenorgane.

Von dem hier beschriebenen „Schema" kommen im übrigen Abweichungen vor, wie das oben schon angedeutete Auftreten von Laubsprossen in den reduzierten Blütenständen, sodaß eine genaue experimentelle Analyse noch durchzuführen sein wird, um die ganze Variation dieser Erscheinung zu erfassen.



Abb. 15. Verbiegung der Staubbeutel in einer voll geöffneten Blüte.

Deformationen.

An die Betrachtung der Organverschiebungen in der Kartoffelblüte bzw. der Neubildung von Organen sollen noch einige Beobachtungen über typische Deformationen einzelner Blütenteile angeschlossen werden, die offensichtlich zur Funktionslosigkeit des betroffenen Organes führen müssen.

Bei den Antheren sieht man häufig eine Biegung oder Knickung der Staubbeutel nach außen oder nach innen (Abb. 15). Diese Verbiegungen können nicht mechanisch also etwa durch Druckbeanspruchung (Insekten) in der offenen Blüte entstanden sein, weil sie schon in der noch völlig geschlossenen Knospe nachzuweisen sind. Sie

sind außerdem für bestimmte Klone typisch. Man kann beobachten, daß einzelne Stamina schon in ganz jungen Stadien der Blütenentwicklung fast horizontal, also parallel zum Blütenboden wachsen. Sie können sich allerdings später bei völlig geöffneter Blüte wieder etwas aufrichten, wenn durch andere Blütenorgane (Fruchtknoten) ein Druck auf sie ausgeübt wird. Durch das Wachstum anderer Bestandteile der Blüte wird also die abnorme Wachstumsrichtung u. U. etwas korrigiert, aber nicht völlig ausgeglichen. Häufig sind mit der Änderung der Wachstumsrichtung bei den Antheren Torsionen der Staubgefäße verbunden, wobei schwache bis mehrfache Drehung nicht selten zu sehen ist. Bei solchen Staubbeuteln sind anscheinend auch die Öffnungsmechanismen verbildet oder doch funktionsunfähig, man findet diese Antheren fast nie geöffnet.

Heterostemonie, d. i. die ungleichlange Ausbildung der Antheren, kommt bei den kultivierten Klonen in zwei Formen vor. Einmal können völlig normale Stamina heterostemon sein. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß zur Zeit der vollen Blüte, wenn der Bestäubungsmechanismus in Tätigkeit tritt (Werth, 1924), ein bis zwei Antheren, und zwar bei nickender Blüte die unteren, sich in der Längsrichtung „vorschieben", also länger als die anderen werden. Diese Erscheinung kann nicht als „echte" Heterostemonie bezeichnet werden. Die andere Form der verkürzten Stamina ist stets in Verbindung mit Farblosigkeit bzw. schwacher Vergrünung (nicht Verlaubung!) beobachtet worden. Diese Antheren sind oft erheblich kleiner als die normalen (Abb. 16). Die Vergrünung der Antheren ist übrigens die einzige Anomalie, die auch bei Primitiv- und Wildformen beobachtet worden ist, so z. B. bei *Sol. demissum* als weißlich-grüne Verfärbung und bei einer Kreuzung zwischen der Kulturform „*Epikure*" × *Sol. demissum*.



Abb. 16. Heterostemonie bei gleichzeitiger Vergrünung der Antheren. Die in der Zeichnung nicht punktierten Teile der Anthere sind grün gefärbt.

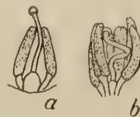


Abb. 17. a = normaler Griffel, b = spiralig gewundener Griffel in einer völlig geöffneten Blüte.

Bei den Griffeln können ebenfalls mannigfache Verbildungen und Deformationen auftreten. Von den Krümmungen in der geschlossenen Knospe sei hier abgesehen, weil diese Erscheinungen später meistens wieder ausgeglichen werden. Häufig zu beobachten sind Torsionen, wobei die Griffel in sich selbst mehrfach gewunden sind, ohne ihre Wachstumsrichtung aufzugeben. Einfache bis mehrfache spiralige

Windungen der Griffel (Abb. 17) führen zu einer erheblichen Verkürzung der Griffellänge, sodaß das Verhältnis Antherenlänge zu Griffellänge zu ungunsten der letzteren oft erheblich verschoben sein kann. Neben Torsionen und Windungen sieht man die Griffel oft einfach bis mehrfach geknickt, sodaß sie treppenförmig gestuft innerhalb der Antheren bleiben. Die Leitfähigkeit solcher Griffel für die Pollenschläuche braucht natürlich nicht unbedingt gelitten zu haben, sie ist allerdings bei den sehr stark tordierten Griffeln herabgesetzt, weil das Griffelleitgewebe zerrissen und infolgedessen nekrotisch geworden sein kann.

III. Einige Anomalien der sporogenen Gewebe und Organe.

Von den beschriebenen Anomalien kommen nur die Unterdrückung der Blühfähigkeit, das vorzeitige Abstoßen der Knospen und Blüten und einige Farbdefekte verbunden mit Heterostemonie bei den süd- bzw. mittelamerikanischen Wild- und Primitivformen vor. Alle anderen Abweichungen, soweit sie hier beschrieben werden konnten, finden sich

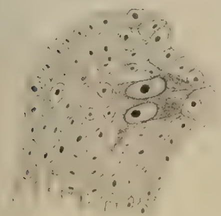


Abb. 18. Die Bildung zweier Archesporzellen in einer Samenanlage bei einer Demissum-Varietät.

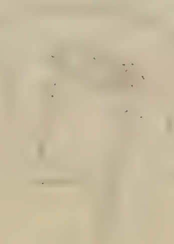


Abb. 19. Polyembryonie bei einer Demissum-Varietät; 2 Embryosäcke in einer Samenanlage.

nur bei den europäischen und nordamerikanischen Kulturklonen. Bei Wild- und Kulturkartoffeln verbreitet sind dagegen Degenerationserscheinungen und andere Anomalien, die den Fortpflanzungsprozeß direkt hemmen bzw. unmöglich machen. Sie sind auf die sporogenen Schichten bzw. deren Produkte oder Anhangsgewebe beschränkt. Von diesen seien einige der sinnfälligsten kurz behandelt.

Polyembryonie wurde von Young (1922) bei einer nordamerikanischen Kulturform in Gestalt zweier Embryosäcke in einem Nuzellus, getrennt durch steriles Gewebe, gesehen. Dieselbe Erscheinung ist bei einer *Demissum*-Varietät und einigen *Andigenum*-Spezies verschiedentlich aufgetreten und beobachtet worden. In beiden Fällen wurden auch zwei Megasporen nebeneinander (Abb. 18) festgestellt. Es ist aller-

dings nicht klar, ob diese beiden Zellen selbständig nebeneinander entstanden sind oder durch Teilung einer Archesporzelle. Zwei vollständig ausgebildete Embryosäcke in einer Samenanlage zeigt Abb. 19. Ob beide entwicklungsfähig sind, muß natürlich dahingestellt bleiben; bis jetzt sind mehrere Embryonen in einem Samen nicht gefunden worden. In einigen Fällen waren beide Embryosäcke vorzeitig zu Grunde gegangen.

Weit verbreitet bei Wild- und Kulturformen ist die Degeneration der Embryosäcke in Form der partiellen oder totalen Obliteration. Sie wird sinnfällig in zwei Ausdrucksformen: einmal in offensichtlicher Verarmung des Plasmas und zum anderen in Verklumpung und Über-

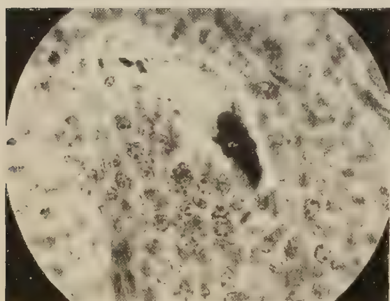


Abb. 20. Degenerierter Embryosack einer Andigenum-Varietät.

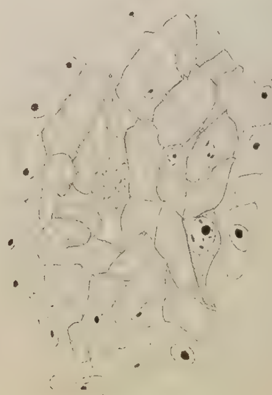


Abb. 21. Verkümmerter Pro-Embryo einer Andigenum-Varietät.

färbung aller Teile des Protoplasten. In beiden Fällen sind die Embryosäcke offensichtlich funktionsunfähig (Abb. 20).

Auf die engen physiologischen Beziehungen zwischen Endosperm und Embryo weist eine Degenerationserscheinung hin, deren Deutung einige Schwierigkeiten macht. Es handelt sich dabei um die Verkümmerung der jungen Embryonen, die von einem vollständigen Endosperm umgeben sind. Nebenstehende Abbildung 21 zeigt einen relativ einfachen Fall: Die Endospermzellen sind alle hypertrophiert, im übrigen sehr plasmaarm. Es liegt also nahe, die Wachstumshemmung des Embryo — denn um eine solche handelt es sich wohl — auf eine Verarmung des umgebenden Ernährungsgewebes an Nährstoffen zurückzuführen. Worauf diese wieder beruht, ist allerdings nicht klar. In den Fällen, wo die jungen Keimlinge im normalen Endosperm vorzeitig zugrunde gehen, nimmt man allgemein Subletalfaktoren als Ursache an. Diese

sind aber bei der Kartoffel noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Die wiederholte Beobachtung bei denselben Formen gibt allerdings einige Berechtigung zu dieser Annahme.

Im Gynaeceum wurden bei einigen Kulturformen callusartige Gewebewucherungen gefunden, die oft eine Fruchtknotenhöhle vollständig ausfüllen können. Diese Wucherungen (Abb. 22) drücken die Samenanlagen unter Umständen soweit aus ihrer ursprünglichen Wachstumsrichtung, daß sie schließlich verkümmern. Es können auch mehrere Samenanlagen durch Zellwucherungen der genannten Art so zusammengepreßt werden, daß sie völlig kollabieren und gänzlich deformiert werden. Die Entstehung dieser callösen Gewebewucherungen in den Hohlräumen der Fruchtknoten ist unbekannt. Es liegt natürlich nahe, an mechanische Verletzungen z. B. durch Insekten zu denken. Doch wurden einerseits Stichkanäle nicht beobachtet, zum anderen können die Wucherungen sowohl von der Fruchtblattinnenwand als auch von den Plazenten ihren Ursprung nehmen. Meist geht normales Gewebe unvermittelt in weitlumiges Callusgewebe über.

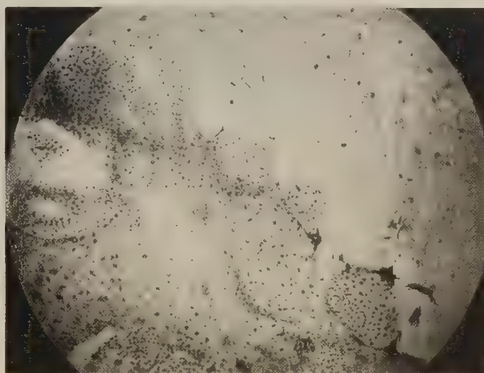


Abb. 22. Callusartige Gewebewucherungen im Fruchtknoten einer Kulturkartoffel.

Die Degenerationserscheinungen in den Antheren sind, was die Folgen für die Sexualprodukte betrifft, schon mehrfach Gegenstand von Untersuchungen gewesen, sodaß hier auf diese Arbeiten verwiesen werden kann (Literatur z. B. bei Bleier, 1933). Es sei daher nur auf eine Erscheinung in diesem Zusammenhang aufmerksam gemacht, die an anderen Objekten (z. B. Oenothera, bei Oehlkers 1927, und Renner, 1929) mehrfach studiert worden ist, und die ihr Analogon wenigstens dem Effekt nach auch in den Samenanlagen findet: nämlich die Störung der Beziehungen zwischen dem Nährgewebe der Antheren und den Pollen (Abb. 23). Die Tapeten- und Ernährungszellen werden normalerweise zur Zeit ihrer höchsten Aktivität mehrkernig und gehen nach Abschluß ihrer Sekretionstätigkeit auf natürliche Weise durch fortschreitende Verarmung zugrunde. Die Degeneration der Tapetenzellen kann jedoch anormal, entweder vor Erreichen des Mehrkern-

stadiums als typische Hypotrophie der Zellen erfolgen, oder sie kommt während der Periode der höchsten Aktivität als ausgesprochene Hypertrophie zum Ausdruck. Während im ersten Falle Plasmaverarmung und Schrumpfung der Kerne mit zunehmender Vakuolisierung einsetzt, sieht man in den aufgeblähten Zellen hypertrophischer Gewebe übergroße Kerne in einem grob vakuolisierten Plasma, das sich stark (Haematoxylin) anfärbt und dann die Farbe begierig speichert (s. a. b. Tischler, 1934). In beiden Fällen ist die Folge dieser Störung dieselbe: hemmende

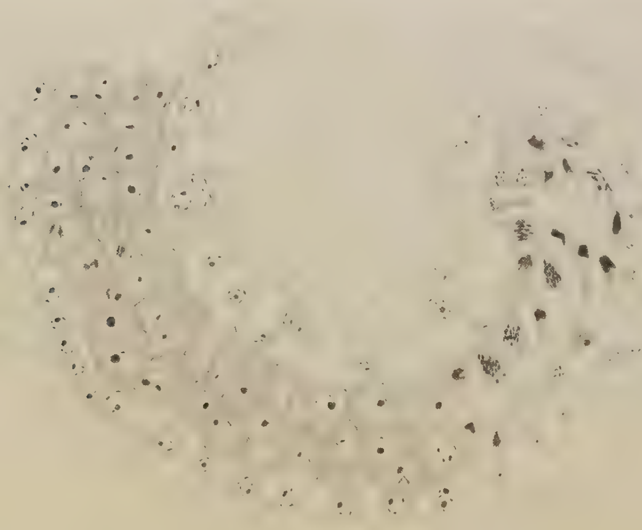


Abb. 23. Querschnitt durch das männliche Archespor einer Demissum-Varietät; links im Bild: die Pollenmutterzellen in normaler Teilung, die Tapetenzellen sind intakt; rechts im Bild: gestörte Reduktionsteilung bei völlig destruiertem, z. T. aufgelöstem Tapetum.

Wirkung auf die Pollenentwicklung. Diese Folge wirkt sich auf die in der Reduktionsteilung befindlichen Pollenmutterzellen dahingehend aus, daß schon in frühen Teilungsstadien Störungen auftreten. Auch in späteren Stadien, wenn die Pollen an sich schon fertig ausgebildet sind, können diese noch zugrunde gehen oder so schlecht ernährt werden, daß sie verkümmern. Auf Einzelheiten soll in diesem Zusammenhange nicht eingegangen werden, weil das Problem in Verbindung mit entwicklungsgeschichtlichen Fragen zusammen bearbeitet worden ist und darüber ausführlich berichtet werden soll. Die alte Frage, ob von den primär degenerierenden Pollenmutterzellen oder ihren Produkten eine

letale Wirkung auf die Tapetenzellen ausgeht oder umgekehrt das Absterben der Gonen auf Unterernährung bzw. eine „Fehlsekretion“ von Seiten des Tapetums zurückzuführen ist, kann in vielen Fällen deshalb schwer entschieden werden, weil in diese Vorgänge häufig noch andere, rein genetische, Momente hineinspielen.

IV. Bemerkungen.

Von einer Besprechung der „Ergebnisse“ kann insofern abgesehen werden, weil es sich einstweilen nicht, oder nur zu einem kleinen Teil, um experimentell abgeschlossene Befunde handelt. Will man jedoch die an den Kartoffelblüten gemachten Beobachtungen irgendwie ordnen und dazu eine kausale Begründung für das Vorkommen und die Entstehung solcher Blütenanomalien suchen, so kann das etwa unter folgenden Gesichtspunkten geschehen:

1. Wovon hängt die Entstehung und die Bildung von Blütenanomalien ab?
2. Sind solche Anomalien erblich? Und wenn ja, in welcher Weise beeinflussen sie die Funktion der Sexualorgane, also die Fortpflanzung in Hinsicht auf Züchtungsexperimente?
3. Lassen die beobachteten Abweichungen von der Norm irgendeine Entwicklungstendenz in progressiver oder regressiver Richtung erkennen?

Zu der letzten Frage sei zunächst Stellung genommen. Wenn eine Entwicklungstendenz in einer bestimmten Richtung vorhanden ist, dann müssen offenbar Faktoren zur Auswirkung gelangen, die eine Richtung erkennen lassen. Sie müssen regelmäßig und zwar sich allmählich häufend auftreten, wenn der Endeffekt, nämlich die Umbildung, in absehbarer Zeit so manifest werden soll, daß er sich auch in funktioneller Hinsicht auswirken kann.

Daß Blütenanomalien bisher nur bei den Kulturklonen der Kartoffel in Europa und Nordamerika mit einer gewissen Regelmäßigkeit auftreten, ist eine Tatsache. Es fragt sich nun aber, ob die Feststellung solcher Mißbildungen Veranlassung dafür geben kann, irgendwelche Schlüsse in organologischer Hinsicht zu ziehen d. h. ob aus diesen Umbildungen neue Organe entstehen können, die dem Gesamtaufbau der Kartoffelblüte ein neues, vielleicht zweckmäßigeres Gepräge und den Blütenbestandteilen eine andere funktionelle Bedeutung geben können. Das ist offenbar nicht der Fall. Alle Umbildungen sind, wie schon öfters betont, ausgesprochene Anomalien, die nicht irgendwie zweckmäßige Formen zutage gefördert haben. Sie weichen sowohl in Hinsicht auf ihre morphologische Ausgestaltung, als auch in Bezug auf ihre Funktionsfähigkeit in negativem Sinne von der Norm ab. Göbel hat sich in einem besonderen Abschnitt (1928, S. 441 ff.) mit diesen Fragen

und auch mit den Anschauungen von Celakovsky (1884) auseinandergesetzt und läßt auf Grund allgemeiner morphologischer Untersuchungen auch die Deutung „negativer“ Umbildungen als „Rückschlagsbildungen“ nicht zu (s. auch Wettstein, 1933, I, 27—28).

Dieser Auffassung müssen wir beipflichten, weil wir sehen, daß trotz aller Anomalien die Funktionen der davon betroffenen Organe im Prinzip und so gut es eben geht aufrecht erhalten bleiben. Die Umwandlung eines Organes in ein im phylogenetischen Sinne völlig neues liegt also nicht vor; denn bei der Verbildung der Stamina zu Blütenblättern z. B. wird die Restanthere nur dadurch funktionsunfähig, daß sich ihr Öffnungsmechanismus nicht mehr betätigen kann. Die monströsen Verwachsungen von Petalen mit den Antheren und diese wieder untereinander und zuletzt noch mit dem Griffel, der selbst wieder verbildet sein kann (Abb. 24), führen an sich zwar zur völligen Aufhebung der eigentlichen Funktionen dieser Organe; diese selber enthalten aber alle die Elemente, die ihrer eigentlichen Bestimmung entsprechen. Das Auftreten accessorischer Gynaeceen oder Antheren erfolgt so selten und so regellos in einem Klon und bei einer Pflanze, daß es als progressive Entwicklung im Sinne einer Vermehrung der Zahl der Geschlechtsorgane nicht gedeutet werden kann. Zudem sind diese überzähligen Gebilde entweder verkümmert oder so verbildet, daß ihnen eine Funktion garnicht zukommen kann. Wenn auch verkrüppelte Organe an sich nicht funktionslos zu sein brauchen, so trägt die Erscheinung in der Kartoffelblüte doch so sehr den Charakter des Abnormen, daß sowohl der Grad der Verkümmerung als auch die Häufigkeit ihres Auftretens keine andere Deutung als die einer spontan entstandenen Verbildung zuläßt. Eine Tendenz zu einer dauernden Vermehrung der Blumenkronblätter, entweder als „äußere“ oder „innere“ Doppelkrone, liegt ebenfalls nicht vor, denn auch diese Bildungen sind meist so abnorm oder so rudimentär, daß sie ihre Aufgabe als „Schauapparat“ keineswegs, wenigstens nicht in der bisher gefundenen Ausbildung erfüllen.



Abb. 24. Monströse Verbildung des Griffels (Phylloidie und Fasciation). Griffel und Antheren sind außerdem noch miteinander verwachsen.

Das Auftreten der „*Monopol-Mutation*“ bedeutet erst recht keine Entwicklung; sie ist ein in jeder Beziehung alleinstehender Fall und in Hinsicht auf die Möglichkeit zu sexueller Fortpflanzung eine ausgesprochene „Defektmutante“.

Liegen nun zwar bei den Einzelfällen dieser Anomalien keine Anhaltspunkte dafür vor, daß sie Etappen zu einer Organumbildung in phyleti-

schem Sinne sind, schon weil sie hinsichtlich der Form eine zu große Regellosigkeit erkennen lassen, so könnte man die Gesamterscheinung, also das Auftreten von Anomalien an den Sexualorganen überhaupt, als Tendenz zu einer zunehmenden Sterilität durch fortschreitenden Organausfall bei der Kartoffelpflanze auffassen. Aber dieser Schluß ist nicht zulässig, wenn auch die Beschränkung der „groben" Anomalien auf die Kulturformen eine Tendenz wenigstens in Bezug auf ihr Vorkommen und ihre Verbreitung bei einer bestimmten Kategorie der Gattung *Tuberosum* erkennen läßt.

Die Deutung dieser Tatsache hat in ganz anderer Richtung zu erfolgen. Das völlige Fehlen der „groben" Bildungsabweichungen bei den Primitivformen und ihr gehäuftes Auftreten bei einigen Kulturklonen läßt den Schluß zu, daß es sich um Erscheinungen handelt, wie sie bei Kulturpflanzen häufiger zu beobachten sind, zumal dann, wenn diese komplizierte Bastarde sind. Nun wissen wir zwar, daß auch die Primitivformen der Kartoffel und die Wildarten in ihren Ursprungsgebieten durchaus die Möglichkeit zu spontaner Bastardierung haben. Die Selbstungen dieser Arten sind aber praktisch weitgehend homozygotisch und können bei vielen Spezies als konstant gewordene Bastarde angesehen werden. Selbstungen der Kulturkartoffeln dagegen spalten meistens in eine große Reihe verschiedenartiger Formen auf, von denen viele ausgesprochene Kümmertypen und Zwerge sind, die in vieler Beziehung von der Norm abweichen (s. a. bei Braun, 1928). Manche dieser Formen haben die Blühfähigkeit überhaupt verloren. Merkwürdig bleibt allerdings, daß auch „gute" Arten aus dem Formenkreis der Wildspezies in weitem Ausmaß Sterilitätserscheinungen zeigen. Diese sind jedoch meistens nicht genetisch bedingt, sondern kommen häufig durch Störungen der Tapetenfunktion usw. zustande. Wenn auch diese Störungen im Einzelnen noch nicht geklärt sind, so ist doch ein Einfluß des europäischen Klimas bei vielen Formen für manche Erscheinungen unverkennbar. In ihren Ursprungsgebieten sind diese Arten leider noch nicht untersucht worden.

Mit der Feststellung, daß Anomalien „grober" Art nur bei den Kulturformen, feiner Art auch bei den Wildformen vorkommen, haben wir die Grundlage zur Beantwortung der an zweiter Stelle aufgeworfenen Frage gewonnen: sind diese Anomalien erblich, also genotypisch bedingt oder handelt es sich um immer wieder neu oder vielleicht nur einmal festinduzierte Erscheinungen, die durch besondere Umweltverhältnisse ausgelöst wurden? Die Tatsache, daß diese Verbildungen immer wieder in mehr oder minderem Maße bei denselben Klonen beobachtet werden, spricht an sich noch nicht für die Erblichkeit der Erscheinung, weil eine z. B. festinduzierte Anomalie durch die fortgesetzte vegetative Vermehrung als Dauermodifikation erhalten bleiben könnte. Es hat sich

aber herausgestellt, daß die Zuchten, also die Neu- und Umkombination bestimmter Genotypen mit einem beschränkten Ausgangsmaterial immer wieder diese Anomalien zeigen. Es kann also mit aller Vorsicht die Möglichkeit angenommen werden, daß innerhalb eines bestimmten Formenkreises einmal mutativ oder infolge Bastardierung Anomalien aufgetreten sind, die dann durch fortgesetztes Einkreuzen erhalten wurden und bei Verwendung dieser Eltern als Ausgangsmaterial in Neukombinationen wieder auftreten können. Der experimentelle Beweis für diese Annahme soll hier nicht geführt werden; es wird über Kreuzungen von Wildsippen mit anormalen Kulturformen an anderer Stelle noch berichtet werden. Die Praxis macht unbedenklich von den Beobachtungen in dem angedeuteten Sinne insofern Gebrauch, als sie die Blütenanomalien seit langem als „Sortenmerkmale" verwertet.

Die Anomalien, die zur Abortion der Sexualprodukte in beiden Geschlechtern führen, sind an sich nicht so sinnfällig, wie die „groben" Veränderungen an den äußeren Teilen der Blütenorgane. Ihre Wirkung kann aber ungleich größer sein. Abgesehen von totaler Sterilität, die eine sexuelle Vermehrung überhaupt ausschließt, kann partielle Gonenabortion zum Ausfall ganzer Gonen und damit Kombinationsmöglichkeiten führen, wenn die Abortionsfaktoren genetisch mit anderen gekoppelt sind. Diese Eventualität erschwert die Deutung der Resultate des Züchtungsexperimentes bei der Kartoffelzüchtung ungemein. Es können ja auf diese Weise ganze Nachkommenschaften immer wieder eliminiert werden.

Die Ursachen, die letzten Endes zu den Anomalien Veranlassung geben, können also sehr vielfältiger Art sein und sind im Einzelnen durchaus noch nicht geklärt. Zu der einstweilen postulierten genetischen Grundlage können und müssen vielleicht in manchen Fällen noch äußere Faktoren hinzukommen, damit die Abweichungen überhaupt manifest werden. Für eine Reihe von Anomalien ist bei anderen Pflanzen nach anderen Ursachen gesucht worden. So hat man durch den Nachweis gestörter Korrelationen zwischen zwei Organen einige Fälle aufklären können, für andere hat man pathogene Erreger verantwortlich gemacht. Die letztere Möglichkeit scheidet für die hier beschriebenen Erscheinungen, soweit sich eben übersehen läßt, aus. Besonders spricht dagegen, daß die Blütenanomalien als Gesamterscheinung zu weit verbreitet und im Einzelnen nur auf bestimmte Klone beschränkt sind.

Literatur.

1. Bleier, H., Cytologische Untersuchungen an Kartoffeln (Solanum). Der Züchter, 1933, Bd. 5, S. 225—232.
2. Braun, H., Über die Abspaltung anormaler Typen bei sexueller Fortpflanzung der Kartoffel. Arb. d. Biol. Reichsanst. 1928, Bd. XV, 5, S. 671—700.

3. Bukasow, S. M., The Potatoes of South America and their Breeding Possibilities, 1933, Leningrad, S. 156—158.

4. Friebe, Fünfjährige Vererbungsversuche bei Kartoffelvariationen in Streckenthin, Pflanzenbau, 1924/25, Bd. I, S. 177—184.

5. Fruwirth, C., Hdbch. d. landw. Pflanzenzüchtung 1924, Bd. III, S. 7—8.

6. Göbel, K., Organographie der Pflanzen, 1928, III. Aufl. Jena, S. 425—462.

7. Klapp, E., Eigentümlichkeiten und Anomalien der Kartoffelblüte als Sortenmerkmal, Pflanzenbau, 1926/27, Bd. III, S. 101 und 114 ff.

8. Derselbe. Studien über deutsche Kartoffelsorten, Mittg. d. Biolog. Reichsanst. 1928, Heft 35, S. 42—70.

9. Molisch, H., Über die Verwertung des Abnormen und Krankhaften in der Pflanzenkultur, Gartenbauwissenschaft, 1929, Bd. I, S. 9.

10. Müller, K. O., Über die Phytophthoraresistenz bei der Kartoffel und ihre Vererbung, Ztschr. f. angewandte Bot., 1930, S. 299 ff.

11. Derselbe, Durch innere Faktoren hervorgerufene Pflanzenkrankheiten. Sorauer: Hdbch. d. Pflanzenkrankheiten, 1934, Bd. I, Teil 2, VI. Aufl., Berlin, S. 43 ff.

12. Oehlkers, F., Erblichkeitsforschung an Pflanzen, 1927, Dresden und Leipzig, S. 106 ff.

13. Derselbe, Entwicklungsgeschichte der Pollensterilität einiger Oenotheren. Ztschr. Indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre, 1927, Bd. 43, S. 270—280.

14. Penzig, O., Pflanzenteratologie, 1922, Bd. III, Berlin, S. 76.

15. Reiling, H., Beiträge zur Kenntnis der Kartoffelblüte und Früchte, Arb. d. B.R.A. 1921, Bd. X, S. 359—394.

16. Renner, O., Über Sichtbarwerden der Mendelspaltung im Pollen von Oenotherabastarden, Ber. Dtsch. Bot. Ges. 1919, Bd. 37, S. 129—135.

17. Derselbe, Artbastarde bei Pflanzen, im Hdbch. d. Vererbungswissenschaften, 1929, Bd. II.

18. Schiemann, E., Entstehung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, im Hdbch. d. Vererbungswiss. 1932, Bd. III, S. 227.

19. Schnarf, K., Embryologie der Angiospermen, im Hdbch. d. Pflanzenanatomie, Berlin 1929, Bd. II, 2, S. 48—51.

20. Snell, K. Kartoffelsorten, 1921 und die späteren Auflagen, P. Parey-Berlin.

21. Schlumberger, O., Blütenanomalien als Sortenmerkmal der Kartoffel. Pflanzenbau, 1924/25, Bd. I, S. 90 und 110.

22. Tischler, G., Allgemeine Pflanzenkaryologie, im Hdbch. der Pflanzenanatomie, 1924, Bd. II. Der Ruhekern, S. 438—440.

23. Werth, E., Zum Verständnis des Bestäubungsmechanismus der Kartoffelblüte, Ztschr. f. angewandte Bot., 1924, S. 150 u. Tafel: Abb. 17—19.

24. Wettstein, R., Handbuch der systematischen Botanik, 1935, Bd. II, S. 891 bis 893.

25. Young, W. J., Potato ovule with two Embryosacs, Americ. Journ. of Botany, 1922, Bd. 9, S. 5, S. 213—214.

Wurmige Walnüsse.

Von Dr. L. Fulmek und Dr. K. Enser, Wien.
Bundesanstalt für Pflanzenschutz.

In Österreich mehren sich die Klagen über wurmige Walnüsse (*Juglans regia* L.) in den letzten Jahren. In den Betrieben zur Nußentkernung tritt der Wurmbesatz mitunter sehr auffallend in Erscheinung. Da als Erreger neben dem eigentlichen Nußwickler (*Carpocapsa amplana* Hb.) (nach Sorhagen in Wal- und Haselnüssen) auch die bekannte Obstmade des Apfelwicklers (*Carpocapsa pomonella* L.) und seine Abart *C. p.* var. *putaminana* Stgr. bezeichnet werden, wurde zunächst durch wiederholte Zuchtergebnisse einwandfrei festgestellt, daß im vorliegenden Falle der „Wurm" in den Walnüssen tatsächlich mit der Obstmade der Äpfel (*Carpocapsa pomonella* L.) identisch ist (wie auch C. Heinrich vom U. S. Bureau of Entomology für die Vereinigten Staaten von Amerika angenommen hat) und nicht die als hellere Abart von der Stammform abweichende *putaminana* Stgr. vorliegt. Wir haben sonach in Österreich die gleichen Verhältnisse, wie sie in Kalifornien bereits seit 1909 (1873) beobachtet werden (in Frankreich seit 1859, in Südafrika seit 1908). Die bei uns aus Walnüssen gezogenen Wicklermotten sind übrigens durchweg dunkel gefärbt und in keiner Weise von den typischen Apfelwicklermotten zu unterscheiden. Die Identität der Art wurde außerdem in Amerika durch wechselseitige Übertragungen und Zuchtversuche von Nuß- und Apfelherkunft (auch im Freiland) eingehend festgestellt, so daß weiter keine Veranlassung vorliegt, an der Artgleichheit der „Obstmade" mit dem „Nußwurm" in unserem Falle zu zweifeln.

Über die Lebensweise des Apfelwicklers in Walnüssen seien kurz folgende Daten erwähnt: Eiablage an Knospen, Früchten und Laub; Eindringen der Larven sehr frühzeitig durch das Kelchende, oder später mit Vorliebe an der Stelle, wo sich zwei Nüsse berühren (hier auffälliges Larvenkothäufchen), in die grünfleischige Schalenhülle, später bei Erhärtung der Schale, nach einigen Bohrwegen in der Hülle, lediglich durch die fibröse Verbindungsnaht an der Basis der beiden Schalenhälften ins Nußinnere zum Kern. Auskriechen der Larve, nach dem Fraß im Kerninnern, allgemein an der Basis der fibrösen Schalennaht. Das Einspinnen der Raupen zur Überwinterung erfolgt, wie beim Apfelwickler, an der Baumrinde, ein Teil der überwinternden Larven verspinnt sich aber auch bereits am Fraßort, im Innern der Nußschale, so daß auch hier die Verpuppung im folgenden Frühjahr erfolgt.

Bei dem von uns im Stadtgebiet von Wien beobachteten Vorkommen wurde nur eine Brut im Jahresverlauf festgestellt; die Motten erschienen Endhälfte Mai; mit dem Larvenauftreten nach einer Eidauer von etwa

10 Tagen ist im Juni zu rechnen. Der Schaden durch das vorzeitige Abfallen der wurmigen Nüsse setzt bereits im Hochsommer ein und nimmt, speziell wenn es unter günstigen Witterungsbedingungen noch zum Ansatz einer zweiten Brut kommt, bis zum Herbst an Größe bedeutend zu.

Zur Bekämpfung des Apfelwicklers verwendet man, neben Fanggürteln, in den U.S.A. vor allem das Bleiarsenat, bisher allgemein und mit dem besten Erfolge. Zur Bespritzung der Walnußbäume gegen die vorliegenden Wurmschäden wird speziell basisches Bleiarsenat empfohlen, da das übliche saure Bleiarsenat, undanks seiner unstreitig besseren Wirkung, wegen starker Laubverbrennungen bei den besonders empfindlichen Nußblättern nicht zulässig ist.

Das Bespritzen der Walnußbäume erfordert nach den amerikanischen Erfahrungen wegen ihrer meist umfangreichen Größe besonders viel Spritzflüssigkeit (etwa 100 Liter pro Baum), größeren Zeitaufwand und zweckentsprechendes Spritzgerät, weshalb bei nur geringem Befall ein Vorgehen auf diesem Wege gegen die „wurmigen" Nüsse im allgemeinen nicht für rentabel erachtet wird.

Daß jedoch auch hier der empfohlene Vorgang selbst bei weniger zureichenden Mitteln zum Erfolge führt, zeigte uns ein kleiner Spritzversuch, an drei großen, einander benachbart, und von den übrigen Obstkulturen, insbesondere von Apfelbäumen ziemlich isoliert stehenden Nußbäumen ausgeführt, über dessen Ergebnis kurz folgendes zu berichten ist.

Es wurde am 31. Mai, am 13. Juni, am 28. Juni, insgesamt also dreimal hintereinander, eine 0,5%ige bzw. 1%ige Aufschwemmung von Bleiarsenat (Schering[1]) auf je ein und denselben Baum gespritzt, während der dritte als Vergleichsbaum unbehandelt blieb. Verbrauch pro Spritzung und Baum je 42 Liter; Anwendung durch eine der üblichen, auf dem Rücken tragbaren Kolbendruckspritzen mit entsprechendem Verlängerungsrohr und Handbetrieb. Witterung klar und warm. — Am 28. Juni an allen Bäumen, am Stamm und an der Basis der Hauptäste, Fanggürtel angelegt; am 19. VII., 17. VIII., 12. IX. und 18. X. diese nachgesehen. — Die Fallnüsse, sowie die Nußernte am 21. IX., 8. und 18. X. auf gesunde und befallene Nüsse aussortiert.

Befund: Nach Anwendung von 1% Bleiarsenat an den Blättern leichte Verbrennungen, an den Nüssen geringfügige Roststellen; Frucht-

[1]) Bleiarsenat von Schering-Kahlbaum A.-G., Berlin N 65, mit 29,05 % As_2O_5 und nur Spuren von wasserlöslicher Arsensäure (Analyse Dr. Beran). — Der im Sinne der Vorschriften für die Anwendung gifthaltiger Pflanzenschutzmittel (§ 30 der österreichischen Giftverordnung vom 3. 10. 1934) verspäteten Anwendung des Bleiarsenats zur Nußbaumbespritzung ständen keine Bedenken entgegen, soferne die grünen Schalen der Nüsse und das Nußlaub keinerlei Verwendung für menschliche oder tierische Genußzwecke zugeführt werden.

inneres nicht geschädigt; nach $^1/_2$% Bleiarsenat keinerlei Spritzschäden — Einwandern der Raupen aus den Nüssen in die Fanggürtel erst am 17. VIII. beobachtet. — Unter dem unbehandelten Kontrollbaum zahlreicher und meist wurmiger Nußabfall, unter den beiden behandelten nur einzelne, nicht wurmige Nüsse.

Raupenbesatz der Fanggürtel nach:

1 % As Pb	$^1/_2$ % As Pb	unbehandelt
4	59	67
3,1 %	45,4 %	51,5 %

Ernteergebnis:

Mit As Pb behandelt [1]		unbehandelt	
gesund	befallen	gesund	befallen
2459	232	902	1111
	9,44 %		55,9 %

Aus obigem folgt: a) Der entschiedene Vorteil der Bleiarsenatbehandlung, selbst bei der geringen Verbrauchsmenge von 42 Liter pro Baum; b) die überlegene Wirkung von 1 % As Pb gegenüber von nur $^1/_2$% As Pb, obschon nach 1 %iger Anwendung des verwendeten Präparates geringfügige Verbrennungen durch das Spritzmittel nicht außer acht zu lassen sind.

Die Wirkung des Frostes in der Nacht vom 1. zum 2. Mai 1935 auf die Kirschenernte im Alten Lande.

Von Dr. Gerhard Rothe.

Mit 7 Abbildungen.

(Aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle Stade.)

Der Frost in der Nacht vom 1. zum 2. Mai 1935 traf im Alten Lande in erster Linie die Pflaumen- und Kirschenblüte. Der Ertragsausfall ist daraufhin bedeutend gewesen. Während bei den Pflaumen und Zwetschen stellenweise durch starkes Auftreten der Pflaumensägewespe

[1]) Infolge eines einmaligen Versehens beim Erntevorgang konnte das Ergebnis nach 1 % As Pb und $^1/_2$ % As Pb nicht mehr eindeutig auseinander gehalten werden.

ein zweiter, ertragsmindernder Faktor hinzukam, lag bei den Süßkirschen keine derartige Überlagerung zweier Faktoren vor. So boten sie ein besonders geeignetes Objekt, die Frostwirkung zu studieren. Das Ziel der Untersuchungen ist, die verschieden stark gefährdeten Gebiete zu erkennen, die Ursachen der Unterschiede klarzulegen und Unterlagen für eine planmäßige Frostwehr zu erarbeiten. Außerdem sollte die stark umstrittene Frage, ob durch Einlassen von Wasser in die Gräben ein wirksamer Frostschutz erzielt wird, einer Klärung entgegengeführt werden.

Das Wetter der Frostnacht.

In den letzten Tagen des April 1935 war von Nordosten her Kaltluft nach Deutschland eingeströmt. Beim Zusammentreffen mit der wärmeren Meeresluft herrschte über dem Gebiet der Niederelbe zunächst unbeständiges Wetter. Am 1. Mai zog ein über der Nordsee liegendes Hochdruckgebiet langsam nach Südosten. Dadurch kam die stark abgekühlte Luft in der Nacht vom 1. zum 2. Mai über dem niederelbischen Obstbaugebiet zur Ruhe. Bei aufklarendem Wetter brachte die Nacht einen Strahlfrost, bei dem die Temperatur acht Stunden lang unter dem Gefrierpunkt lag.

Die Wetterlage war so ausgeglichen, daß die Wetterbeobachtungen, Messungen und Registrierungen aus dem Alten Lande und den Stationen der Umgebung sehr gut übereinstimmten.

Zur Verfügung standen die Messungen der Klimastation Stade, eine Reihe von Temperaturmessungen kleiner Stationen, die die Öffentliche Wetterdienststelle in Hamburg seit 1931 im Rahmen des Nachtfrostwarnungsdienstes (siehe Schrifttum Nr. 7 und 9) unterhält, die Temperatur- und Windregistrierungen in Hamburg, die Windbeobachtungen in Stadersand am Elbufer und die stündlichen Beobachtungen der Bewölkung von der etwa 40 km entfernten Sternwarte in Bergedorf. Allen genannten Stellen sei dafür gedankt, daß sie ihre Unterlagen zur Verfügung gestellt haben.

Die Messungen der Station Stade für den 1. und 2. Mai 1935 sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die Windbeobachtungen in Stadersand an der Mündung der Schwinge geben die Verhältnisse des Alten Landes noch genauer wieder als die Beobachtungen der Stader Station, bei der durch den 20 m hohen Geestrand der Wind abgelenkt wird. Sie lauten:

1. 5. 1935:	8 Uhr	NNO 4,	14 Uhr	NO 3—4,	20 Uhr	NO 2.
2. 5. 1935:	8 „	WNW 2,	14 „	NW 2,	20 „	NW 2.

Der Anemograph der Wetterdienststelle in Hamburg zeigte an, daß am Abend des 1. Mai der leichte Wind aus NO, der eine Geschwindigkeit von 2 m/sec. hatte, bald nach 20 Uhr auf 1 m/sec. Geschwindig-

Tabelle 1.

Tag 1935	Stunde	Luftdruck in mm red. auf 0° und Normalschwere	Max.- temperatur in der Wetterhütte	Min.- temperatur in der Wetterhütte	Termin- temperatur in der Wetterhütte	Dampfdruck	Rel. Feuchtigkeit %	Windrichtung und -stärke	Bewölkung	Niederschläge mm	Sonnenscheindauer in Std.	Sonnenscheindauer in % der mögl. Dauer	Sichtweite km	Min. Temp. 5 cm über dem Erdboden	Erdbodentemperaturen in 0,20 m Tiefe
1. Mai	7.21	767,1			2,6	3,5	64	N 3	6⁰	0,1			über 10		7,0
	14.21	768,0			4,9	2,9	45	N 3	9¹				über 10		11,2
	21.21	768,0	6,4	0,0	1,0	3,8	78	NO 1	2⁰		10,1	67	—	— 2,1	10,4
2. Mai	7.21	768,2			1,8	2,9	56	SW 2	2⁰	—			über 10		5,6
	14.21	767,4			9,0	3,7	43	NW 3	8⁰				über 10		11,2
	21.21	765,1	9,6	− 2,5	6,0	4,3	61	NW 1	8⁰		11,7	78	—	— 4,1	11,0

keit und weniger abflaute, um Mitternacht über N nach NW drehte, am 2. Mai zwischen 2 und 4 Uhr aus WSW und später aus WNW wehte. Von 5.50 Uhr an frischte er zeitweise auf bis zu einer Geschwindigkeit von 3 m/sec., hielt sich aber meist bei 2 m/sec. Erst gegen 9 Uhr wurde er etwas lebhafter. Einzelne Stöße erreichten eine Geschwindigkeit von 4 m/sec., d. i. Windstärke 3. Die Terminbeobachtungen von Stadersand decken sich genau mit den entsprechenden Registrierungen von Hamburg, so daß im allgemeinen mit den gleichen Windverhältnissen in dem flachen, dazwischen liegenden Elbtal gerechnet werden kann. Zur Zeit der geringsten Luftbewegung sind allerdings örtliche Abweichungen vorgekommen. So hat ein Bauer aus Jork, der nachts gegen den Frost geräuchert hat, vor 5 Uhr SSO-, dann OSO-Wind festgestellt. Offenbar ist die Strömung durch die Lage des Beobachtungsortes zwischen dem kalten Moor und der wärmeren Elbe entstanden.

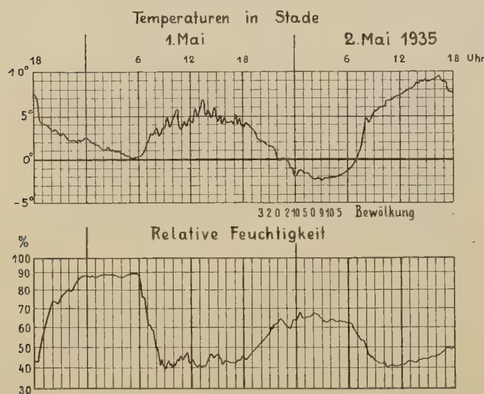


Abb. 1. Temperaturen und relative Feuchtigkeit in Stade, Bewölkung in Bergedorf.

Der Verlauf der Temperatur und Luftfeuchtigkeit in Stade ist in Abb. 1 wiedergegeben. An den entspre-

chenden Stellen sind die stündlichen Bewölkungszahlen der Bergedorfer Sternwarte eingetragen mit Zahlen zwischen 0 und 10, wobei 0 = wolkenlos und 10 = ganz bedeckt bedeutet. Trotz der niedrigen Nachttemperaturen war die relative Luftfeuchtigkeit gering. Das soll als ein besonderes Merkmal dieser Nacht hervorgehoben werden, weil die relative Feuchtigkeit bei der Frostwirkung eine Rolle spielt. Leider kann im Rahmen dieser Arbeit im übrigen nicht weiter auf die Einflüsse verschieden großer Luftfeuchtigkeit eingegangen werden, weil



Abb. 2. Minimumtemperaturen 5 cm über dem Erdboden in der Nacht vom 1. zum 2. Mai 1935. Die 13 Gemeinden der ersten und zweiten Meile des Alten Landes.

die Grundlagen dafür, nämlich Feuchtigkeitsmessungen an den verschiedensten Stellen, nicht vorhanden sind.

Ein ungeschützt stehender Thermograph der Wetterdienststelle zeigte in Sasel bei Hamburg eine der Stader Kurve sehr ähnliche Registrierung. Der Schutz des Thermographen in der Wetterhütte in Stade hat also nicht viel Einfluß gehabt. Der Temperaturausgleich ist genügend schnell erfolgt, so daß Schwankungen der Ausstrahlung genau erfaßt worden sind. Jede Änderung in der Wolkendecke ist am Thermographen registriert worden. Wir entnehmen daraus, daß im ersten Teil der Nacht der Himmel wenig bewölkt war. Um 22 Uhr war

er wolkenlos, so daß die Temperatur ziemlich plötzlich auf 0° sank. Zunehmende Bewölkung hinderte für eine Stunde ein weiteres Absinken. Um Mitternacht ist der Himmel ganz bedeckt, um 2 Uhr wieder ganz klar gewesen. Von 3 Uhr an bis Sonnenaufgang (4.50 Uhr) ist der Himmel zeitweise bedeckt gewesen. Dann brach die Sonne bald durch und schien bis 8 Uhr ganz klar. Die Charakterisierung des Frostes als Strahlfrost ist aus dem übereinstimmenden Temperaturverlauf in Sasel und Stade gegeben. Nicht Strömungen verschieden warmer Luftkörper, sondern die unter dem Einfluß der Bewölkung wechselnde Ausstrahlung haben die Schwankungen der Temperatur gebracht.

Trotz des sehr gleichmäßigen Witterungsverlaufs sind die Minimumtemperaturen verschieden stark abgesunken, wie die Karte Abb. 2 mit den Minimumtemperaturen 5 cm über dem Erdboden zeigt. Eine gewisse Erklärung für die Unterschiede gibt die Temperaturverteilung in Nordwestdeutschland. Aus der Küstenwetterkarte der Wetterdienststelle Hamburg vom 2. Mai 1935 sind die Linien gleicher, niedrigster Nachttemperaturen zu ersehen (Abb. 3). Die Linien laufen parallel der Nordseeküste und buchten sich über der Elbmündung aus, lassen also deutlich den Zusammenhang mit der Nordsee und dem Mündungsschlauch der Elbe erkennen. Nördlich vom Alten Land, über der Elbe, lag demnach wärmere, südlich, über den Wiesen und Mooren und über der Geest, kältere Luft. Die Luftbewegung ist aber so gering gewesen, daß ein wesentlicher Austausch nicht stattgefunden hat. Wir erkennen in Abb. 2 im wesentlichen die Temperaturgestaltung, wie sie

Wetterbeobachtungen am 2. Mai 1935, morgens 8 Uhr

(nach der Wetterkarte Nr. 132 der Wetterdienststelle Hamburg vom 2. Mai 1935.)

Beobachtungsort	Wind	Wetter	Temperatur Luft	Temperatur Erdb. Min.	Nied. mm letzte 24 Std.	Temp. Max.
Bremen . . .	Stille	heiter	2	— 9,0	0	7
Hannover . . .	Stille	heiter	3	— 6,4	0	7
Hamburg . . .	WNW_1	wolkenlos	3,9	— 3,2	0	6,8
Sasel	NW_2	heiter	3,8	— 5,4	0,1	6,0
Bergedorf . .	W_1	heiter	2,6	— 2,9	0	7,1
Fünfhausen . .	W_2	wolkenlos	4,9	— 4,6	0	5,8
Winsen (Luhe).	W_1	heiter	1,4	— 4,5	0	9,7
Lübeck . . .	WSW_3	heiter		— 4,1	0	5,1
Wassertemperatur (Alster) 8 Uhr 10,3						

auf der Küstenwetterkarte angegeben ist, wieder. Die Elbinsel Hahnöfersand hat mit — 3,7° den geringsten Frost, Stade (— 4,1) und Jork (— 4,5°) haben schon stärkeren Frost und Harsefeld (— 5,7). Neuenfelde (— 5,7) und Harburg (— 5,7) den stärksten Frost gehabt.

Doch müssen wir aus dem sehr wechselnden Schaden an den Kirschblüten schließen, daß die Linien gleicher, niedrigster Nachttemperaturen nicht so glatt verlaufen, wie sie in der Küstenwetterkarte eingezeichnet sind. Der Ausfall der Kirschenernte soll uns deshalb über die Stärke des Frostes genauere Auskunft geben als es die wenigen Messungen im Alten Lande tun.

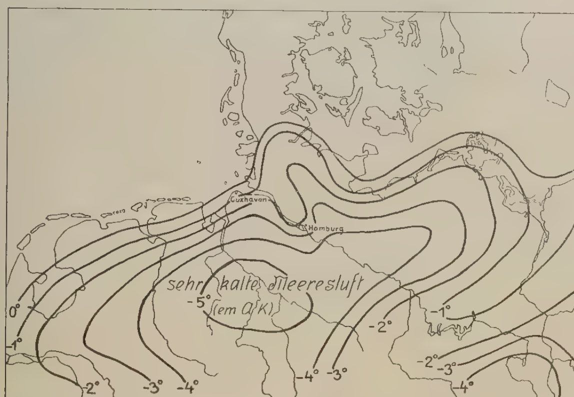


Abb. 3. Linien gleicher niedrigster Nachttemperaturen aus der Küstenwetterkarte der Wetterdienststelle Hamburg vom Morgen des 2. Mai 1935.

Die Kirschenernte.

Die Kirschenernte 1935 war im Gegensatz zur Ernte 1934 sehr ungleichmäßig. Manche Stellen hatten eine völlige Fehlernte, andere eine reiche Ernte. Die genaue Feststellung des Kirschenertrages wurde durch eine große Umfrage mit Fragebogen vorgenommen. Allen denen, die durch ihre Angaben diese Arbeit unterstützt haben, besonders auch den Herren Bürgermeistern der dreizehn Gemeinden (Abb. 2), die das Verteilen und Einsammeln der Fragebogen übernommen hatten, sei auch an dieser Stelle bestens gedankt.

Es wurde in den Fragebogen um folgende Angaben gebeten:

1. Die Größe der Gesamternte 1935 im Vergleich mit der Ernte des Jahres 1934,
2. der Ertrag der einzelnen Sorten, wieder bezogen auf die Ernte 1934,
3. auffallende Ertrags-Unterschiede innerhalb der Anlage.

4. Frostschutzmaßnahmen,
5. die Spritzung der Kirschbäume,
6. die Zugehörigkeit zum Schleusenverband (Entwässerungsverband).

Die Ernte 1934, die als Maßstab dienen sollte, war im allgemeinen gleichmäßig gewesen und lag nahe bei dem Durchschnitt. Das war für unsere Zwecke außerordentlich günstig. Es konnte ein realer Wert als Vergleichsbasis genommen werden, der sicherer ist als eine „mittlere“ Ernte. Da die meisten Betriebe ihre Aufzeichnungen nicht sammeln, können sie einen Mittelwert nicht errechnen. Bei einer Schätzung des Mittelwertes liegt aber zweifellos das Bestreben nahe, den Mittelwert zu hoch anzunehmen, so daß die Ernte 1935 zu niedrig erschienen wäre. Die geringen Abweichungen vom Mittelwert, die nach den Ernteschätzungen 1934 einzelne Gemeinden gehabt haben, sind bei der Beurteilung berücksichtigt worden.

Etwa 580 Antworten liefen ein und konnten verarbeitet werden. Die Größe der Erträge wurde an den Stellen, an denen die Gehöfte lagen, in eine Karte eingetragen. Das Bild, welches sich bot, war sehr bunt und gestattete so ohne weiteres keine Schlußfolgerungen. Um im Großen die Angaben einer Prüfung zu unterziehen, wurden die Zahlen der Gesamternte aus den Fragebogen gemeindeweise zusammengefaßt und das arithmetische Mittel für jede Gemeinde ausgerechnet. Mit den so gewonnenen Zahlen ließen sich die Ernteschätzungen des Statistischen Reichsamtes vergleichen. Traten größere Differenzen zwischen beiden Werten auf, wurde durch örtliche Rückfragen eine Klärung herbeigeführt. Meist konnten die Unstimmigkeiten aus den verschiedenen Methoden, mit denen die Höhe der Ernte festgestellt worden war, erklärt und hiernach beseitigt werden. Bei den amtlichen Ernteschätzungen waren die Schätzer in erster Linie von ihren eigenen Betrieben ausgegangen und hatten nach ihrem persönlichen Eindruck abgewogen, wie groß im Vergleich dazu die Ernte in den übrigen Betrieben wäre. In einigen Fällen hatten die Schätzer selbst eine ungewöhnlich niedrige Ernte. Sie hatten dann die Neigung, für die ganze Gemeinde den Wert zu niedrig anzusetzen. In anderen Fällen war die auf Grund der Fragebogen ermittelte Zahl zu hoch, weil in einzelnen Gegenden die Betriebe mit niedrigen Erntezahlen sich weniger an der Ausfüllung der Fragebogen beteiligt hatten als die mit höheren. In den wenigen Fällen, wo trotz aller Nachprüfungen eine Differenz bestehen blieb, wurden die Angaben der Fragebogen verwendet. Im großen und ganzen waren die Abweichungen aber nicht so groß, daß sie das Bild wesentlich geändert hätten. Die tatsächlichen Ernteverhältnisse sind, wie man daraus schließen darf, recht genau und zuverlässig erfaßt worden.

Die Zusammenfassung nach Gemeinden war aber nicht geeignet. den gewünschten Einblick zu geben. Gemeinden, wie z. B. Borstel, Jork oder Twielenfleth hatten in den einzelnen Ortschaften und Ortsteilen sehr verschiedene Ernten. Sie mußten in kleinere Bezirke aufgeteilt werden. Die Grenzen der Bezirke wurden in der Weise festgelegt, daß benachbarte Betriebe mit annähernd gleichen Ernten zu Gruppen zusammengefaßt wurden. Für jede Gruppe wurde der Mittelwert berechnet. In Abb. 4 sind die Gruppen kartographisch dargestellt und je nach dem sich aus den Erntezahlen ergebenden Mittel verschieden

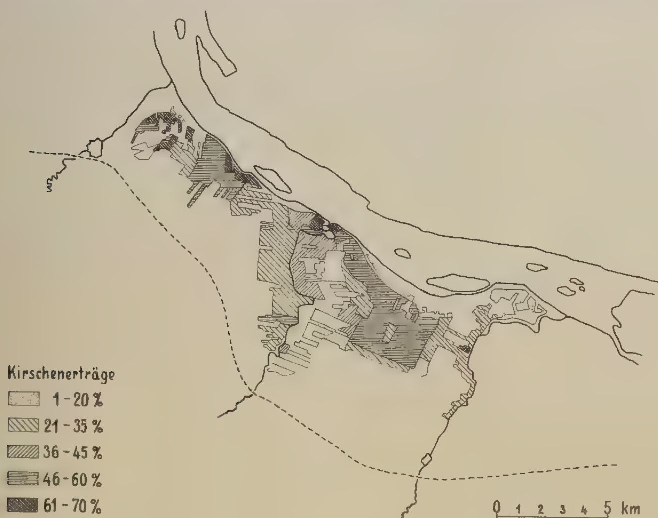


Abb. 4. Kirschenernte 1935 in Hundertstel der Ernte 1934.

schraffiert. Am günstigsten haben große Teile der Gemeinde Twielenfleth abgeschnitten. Auch die Gemeinden Borstel und Jork, die der Menge nach die meisten Kirschen liefern, haben in ihrem Hauptteil noch verhältnismäßig gute Ernten gehabt. Auffallend schlecht war die Ernte in den Randgebieten, die um die beiden genannten Kernstücke liegen, nämlich in Bachenbrock, Neuenkirchen, Ladecop, am Ostrand von Jork und Borstel und in Hinterbrack.

Größere Feinheiten als sie die Abb. 4 zeigt, lassen sich aus den Fragebogen kaum entnehmen, weil die Unterschiede innerhalb der oft sehr langgestreckten Besitzungen nicht zum Ausdruck kommen. Auf Grund von Beobachtungen und zahlreichen Angaben haben die Bäume an folgenden Stellen besonders reiche Ernten gehabt: In der Nachbarschaft der Häuser, in dichten, geschlossenen Beständen, an den Deichen und in einer etwa 100 m breiten Zone neben den Deichen. Nicht nur

an den Elbdeichen, sondern auch an den Deichen der Nebenflüsse zeigten sich die gleichen Erscheinungen. Wir werden uns damit noch näher zu beschäftigen haben.

Die Ursachen der unterschiedlichen Frostschädigung.

Wenn wir den Ursachen der im vorhergehenden Abschnitt geschilderten Unterschiede im Kirschenertrag nachgehen, zeigt sich, wie zu erwarten, daß verschiedene Faktoren zusammenwirken. Diese müssen in ihrer Wirkung zunächst einzeln besprochen werden. Erst danach kann eine einigermaßen befriedigende Gesamtschau gewonnen werden.

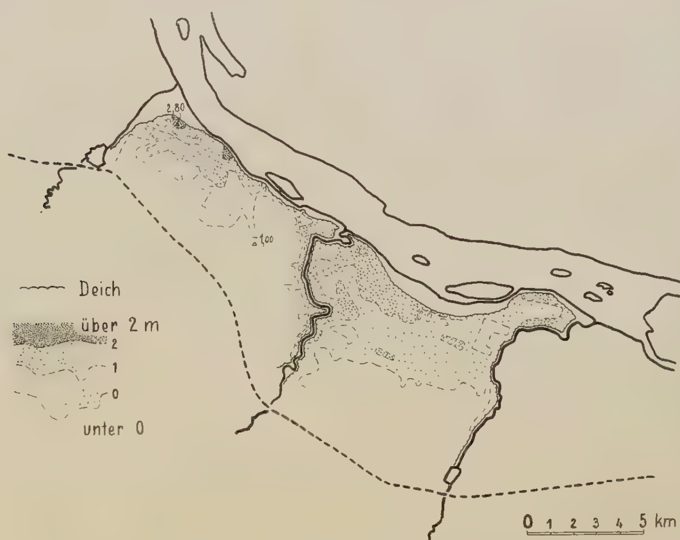


Abb. 5. Höhenschichtenkarte der ersten und zweiten Meile des Alten Landes.

1. Das Verhalten der einzelnen Kirschensorten.

Wir haben bisher nur von der gesamten Kirschenernte gesprochen. Die einzelnen Sorten haben aber sehr verschieden gelitten. Etwa 85 Kirschensorten sind in den Fragebogen genannt worden. Die meisten konnten zum Vergleich nicht herangezogen werden, weil sie nur in wenigen Fällen vorkamen oder sich nur in einzelnen Bezirken fanden. Nur 10 Sorten waren einigermaßen gleichmäßig im ganzen Gebiet verteilt und genügend häufig vertreten. In Tabelle 2 sind die 10 Sorten in der Reihenfolge ihres Ertrages zusammengestellt.

Die recht erheblichen Unterschiede müssen auf die verschiedene Blütezeit und die verschiedene Kälteresistenz zurückgeführt werden.

Tabelle 2.

Sorte	Anzahl der Angaben	Durchschnittsernte 1935 in % der Ernte 1934
Maikirsche	131	78
Lucien Bunte	34	75
von Husens Schwarze	71	59
Hans Hamm Blanke	59	57
Rube (Rubin)	96	53
Bunte	166	52
Späte	227	44
Blanke (Foots)	357	43
Schubacks Frühe Schwarze	447	28
Spitze	367	27

Die Kirschblüte begann am 22. April 1935 und dauerte bis in den Mai hinein. In der Frostnacht waren die meisten Sorten schon im Abblühen, nur die spät blühenden Sorten waren in voller Blüte oder erst im Aufblühen. Über die Reihenfolge, in der die einzelnen Sorten geblüht haben, waren keine Aufzeichnungen gemacht worden. Die vielen Auskünfte von Praktikern über die Reihenfolge stimmten nicht immer überein. Es ist durchaus möglich, daß die Reihenfolge tatsächlich Unterschiede aufweist. In England (Chittenden, 2) und in Amerika (Crandall, 3) hat man bei Apfelblüten festgestellt, daß die Blütedauer der verschiedenen Sorten und auch der Blütebeginn in den einzelnen Jahren unregelmäßig schwanken. Anders ausgedrückt: die Reihenfolge, in der die einzelnen Sorten blühen, ist nicht alle Jahre dieselbe. Man konnte also nur mit einer gewissen Annäherung feststellen, in welcher Reihenfolge die Äpfel blühen, und solche Sorten in Gruppen zusammenfassen, die ungefähr zu gleicher Zeit blühen. Für die Kirschensorten des Alten Landes sind derartige Untersuchungen noch nicht vorgenommen worden. Unregelmäßigkeiten, die durch eine verschiedene Reaktion der Sorten auf die gleichen Wetter- und sonstigen Standortsbedingungen zurückzuführen sind, sind sicher auch bei den Kirschen vorhanden, so daß Unterschiede in der Reihenfolge der Blütezeit nicht nur in den verschiedenen Jahren, sondern auch in einem Jahr an den verschiedenen Standorten vorkommen können. Immerhin lassen sich die genannten zehn Sorten nach ihrer Blütezeit in folgende fünf Gruppen einordnen:

1. Spitze . . . . frühblühend
2. Bunte . . . . ⎫
   Späte . . . . ⎪
   Hans Hamm Blanke . . . ⎬ nicht immer in gleicher Reihenfolge
   Blanke . . . . ⎪
   von Husens Schwarze . . . ⎭

3. Rube . . . . Schubacks Frühe Schwarze	nicht immer in gleicher Reihenfolge
4. Lucien Bunte	
5. Maikirsche	spätblühend.

Am 1. Mai 1935 standen im allgemeinen die „Rube" und „Schubacks Frühe Schwarze" in voller Blüte. Eine gewisse Beziehung zwischen Blütezeit und Frostschaden ist nicht von der Hand zu weisen. Die frühblühende „Spitze" hat am meisten, die spätblühenden „Lucien Bunte" und „Maikirsche" haben am wenigsten unter dem Frost gelitten. Die dazwischenliegenden Sorten halten allerdings keine bestimmte Reihenfolge ein. Es hat den Anschein, als ob die Kirschen einige Tage nach der Blüte empfindlicher gegen Frost sind als während oder kurz vor der Blüte. Ob der Zusammenhang wirklich so ist, läßt sich nicht mit völliger Bestimmtheit sagen, weil die Frostempfindlichkeit der verschiedenen Sorten nicht bekannt ist, und weil frühe Blütezeit und hohe Frostempfindlichkeit zusammenfallen können. Als ausgesprochen empfindliche Sorte muß die „Schubacks Frühe Schwarze" angesprochen werden. Sie hat ungefähr gleichzeitig mit der „Rube" geblüht, aber sehr viel größeren Schaden erlitten.

Die Verteilung der zehn genannten Sorten über das ganze Kirschengebiet erlaubt es nachzuprüfen, ob Unterschiede im Frostschaden in den einzelnen Bezirken wirklich durch das Standortsklima bedingt sind. Die Unterschiede hätten auch dadurch zustande kommen können, daß in einem Bezirk mit hohem Ertrag vorwiegend Maikirschen und Lucien Bunte, in einem Bezirk mit niederem Ertrag vorwiegend Schubacks Frühe Schwarze oder Spitze angebaut werden. Die für die einzelnen Sorten hergestellten Kartenbilder zeigten zwischen den Bezirken Unterschiede, die im wesentlichen gleichsinnig mit denen der Gesamternte waren. Damit ist erwiesen, daß die Unterschiede nicht durch eine ungleichmäßige Verteilung der Sorten entstanden sind.

2. Einfluß der Spritzungen.

Mindererträge der Obstbäume in schlechten Jahren sind nicht immer auf direkte Witterungseinflüsse zurückzuführen. Oft genug ist die Erfahrung gemacht worden, daß sorgfältig gespritzte Bäume auch in ungünstigen Jahren noch einen Ertrag gebracht haben, während an unbehandelten Bäumen Krankheiten und Schädlinge den von der Witterung verschonten Rest der Ernte aufgezehrt haben. Wenn der amerikanische Obstbau geringere Ertragsschwankungen aufweist als der Württemberger, wie es die Zusammenstellung von Kemmer und Schulz (6, S. 549) zeigt, so dürfte das wesentlich mit der regelmäßigen Schädlingsbekämpfung in Amerika zusammenhängen. Auch an der

Niederelbe ist die Erfahrung gemacht worden, daß seit einer allgemeinen Schädlingsbekämpfung völlige Fehljahre nicht mehr vorgekommen sind. Die in den Fragebogen gemachten Angaben über die Spritzungen der Kirschen geben die Möglichkeit, den Einfluß der Schädlingsbekämpfung nachzuprüfen.

Tabelle 3.

Insgesamt		Mit Obstbaumkarbolineum od. Baumspritzmittel gespritzt		Mit Baumspritzmittel + Kupferkalkbrühe gespritzt		Sonstige Spritzungen (mit Arsenbrühen)		ungespritzt	
Anzahl der Fälle	mittlere Ernte %	Anzahl der Fälle	mittlere Ernte %	Anzahl der Fälle	mittlere Ernte %	Anzahl der Fälle	mittlere Ernte %	Anzahl der Fälle	mittlere Ernte %
581	40	408	39	66	49	7	39	100	37
umgerechnet auf 100		70%		11%		1%		17%	

In den meisten Fällen sind die Kirschbäume, wie aus Tabelle 3 zu ersehen ist, im Vorfrühling mit Obstbaumkarbolineum oder Baumspritzmittel gespritzt worden. Ein Einfluß auf den Ertrag ist nicht festzustellen. Im Mittel haben diese Betriebe eine Ernte von 39 % gehabt gegenüber 37 % der Betriebe ohne Spritzung. Dagegen zeigt eine Spritzung mit Baumspritzmittel + Kupferkalk deutlich eine Steigerung der Ernte auf durchschnittlich 49 %. Die 66 Betriebe mit dieser Spritzung verteilen sich aber so über das ganze Kirschenanbaugebiet, daß keine Gegend besonders bevorzugt ist. Die in Abb. 3 dargestellten Ertragsunterschiede sind also auch nicht mit der Wirkung der Spritzungen zu erklären.

3. Einflüsse der Bodenart und des Wassergehaltes des Bodens.

Die physikalische Beschaffenheit und der Wassergehalt des Bodens sind im ganzen Kirschengebiet sehr gleichmäßig. Die mehr oder weniger feinsandigen Tone haben in den Oberflächenschichten meistens eine graue Farbe. Wichtiger wäre schon der Humusgehalt, der natürlich weniger einheitlich ist. Grundsätzlich müßten die niedrigen Stücke einen höheren Humusgehalt und mehr den Charakter eines Wiesenbodens haben. Aber oft ist die Düngung der hochgelegenen Stücke wegen des älteren Baumbestandes und der Lage nahe am Hofe besser als auf den entfernten, niedrigen Stücken, so daß schwerlich größere Komplexe mit hohem von solchen mit niedrigem Humusgehalt geschieden werden können.

Die Durchfeuchtung des Bodens ist überall, nachdem der April 63 mm Niederschläge gebracht hatte, gleichmäßig und gut gewesen. Am 29. April war der letzte Niederschlag gefallen und hatte die Oberfläche angefeuchtet. In den zwei Tagen bis zum 1. Mai hatte sich die Oberfläche feucht gehalten.

Alle geringen Unterschiede, die etwa durch die Bodenart oder durch den Wassergehalt vorhanden waren, sind aber sicher dadurch völlig überdeckt, daß gleichmäßig überall in den Obstanlagen eine Grasnarbe vorhanden ist. Wir können also in Bezug auf die Beschaffenheit der Bodenoberfläche mit einer Gleichmäßigkeit rechnen, wie sie in einem so großen Gebiet selten zu finden ist.

4. Einfluß des Baumbestandes.

Es ist bekannt, daß Boden mit niedriger Vegetationsdecke wie Gras und jungem Getreide nachts stärker ausstrahlt als Wald. Die geschlossenen Obstanlagen im Alten Lande können in diesem Sinne als Wald angesehen werden. Die in Abb. 4 schraffierten Flächen stellen die gesamten Baumflächen dar (Kern- und Steinobst, gewöhnlich in gemischten Beständen). Das baumfreie Land kühlt am meisten ab. Dementsprechend wird dort die bodennahe Luftschicht am kältesten. In Kronenhöhe der Bäume sind die Temperaturunterschiede nur noch unbedeutend, vielleicht gar nicht mehr vorhanden. Trotzdem ist deutlich die ungünstige Einwirkung des baumfreien Landes auf die benachbarten Obstanlagen zu spüren, wie in den Randgebieten von Jork, Ladecop, Neuenkirchen und Bachenbrock. Auch kleinere Blößen, wie z. B. die 10 ha großen Weiden beim Schulhause in Lühe, wirken sich auf die Umgebung merklich aus. Ja, noch viel kleinere Blößen innerhalb einer Obstanlage oder jüngere Teile mit noch nicht geschlossenem Kronendach erzeugen Kaltluftseen. Es muß künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben, Klarheit über die Vorgänge durch Messungen zu erhalten. Die Auswirkungen sind so erheblich, daß spezielle Untersuchungen gerechtfertigt sind.

5. Einfluß der Elbe.

Nach der Küstenwetterkarte (Abb. 3) zu urteilen, muß die Nähe der Elbe von hervorragender Bedeutung sein. Das Elbwasser hatte nach Mitteilung der Hamburger Wasserwerke folgende, um 9 Uhr morgens gemessene Temperaturen:

29. April 1935	13,5 °
30. ,, ,,	12,5 °
1. Mai ,,	11,5 °
2. ,, ,,	11,0 °
3. ,, ,,	10,5 °.

Ein Einfluß hat sich aber nur auf eine Entfernung von etwa 100 m vom Deich bemerkbar gemacht. Diese geschützte Zone war merkwürdigerweise an den Lühedeichen ebenso breit wie an den Elbdeichen.

Über den Einfluß großer Ströme auf das Klima der Uferzone sind in den Jahren 1930—1932 vom Preußischen Meteorologischen Institut Untersuchungen angestellt worden (Grunow, 5). Verglichen wurden die Messungen einer Station nahe der Elbe bei dem Schulhause in Lühe mit der Station in Stade auf dem Geestrand. Es hat sich im allgemeinen ergeben, daß in Lühe das Klima mehr maritimen Charakter trägt. Die Luftfeuchtigkeit ist größer und die mittleren Temperaturschwankungen sind geringer. Doch ist der Einfluß der Elbe nicht so stark, wie man vermuten sollte. Nur bei bestimmten Windrichtungen tritt er klar hervor, so daß Grunow (S. 94) seine Untersuchungen folgendermaßen zusammenfaßt: „Ein Wassereinfluß auf die Klimafaktoren der ufernahen Zonen ist nur nachzuweisen, wenn Windrichtung und Talrichtung identisch sind. Den Haupteinfluß üben die örtlichen Verhältnisse bei den Stationen aus, die .... in Lühe durch die Lage in der weiten Niederung des Alten Landes, daneben durch die Beschaffenheit der näheren Umgebung der Stationen gegeben sind". In der Frostnacht zum 2. Mai 1935 wehte der Wind vorwiegend nicht in der Talrichtung. Außerdem war er sehr schwach. So konnten die örtlichen Verhältnisse zur Geltung kommen. Eine besondere Eigenart bei der Station Lühe war es, daß bei Frostnächten im Frühjahr die Temperatur stärker absank als in Stade. In der näheren Umgebung der Schule ist in Übereinstimmung mit diesen Messungsergebnissen der Kirschenertrag niedriger gewesen als an anderen Stellen der Ortschaft Lühe. Zu erklären ist das damit, daß bei der Schule ein baumfreies Landstück von etwa 10 ha Größe liegt, über dem sich ein Kaltluftsee ausbilden konnte. Die Wirkung dieser Kaltluft ist stärker gewesen als der Einfluß der Elbe. Ähnlich liegen die Verhältnisse in Hinterbrack. Die dämpfende Wirkung der Elbe ist durch die Temperaturmessung auf Hahnöfersand (Abb. 2) belegt. Trotzdem ist die Kirschenernte im Innendeichsland von Hinterbrack besonders schlecht gewesen. Das Vorherrschen des baumfreien Landes gibt auch hier die Erklärung. Schließlich ist noch zu erwähnen, daß im größten Teil von Grünendeich und den angrenzenden Teilen von Steinkirchen der Kirschenertrag nicht über dem Durchschnitt liegt, obgleich das Land dort lückenlos mit Bäumen bestanden ist. Wir müssen hier nach einer anderen Erklärung suchen und glauben, sie in der geringen Landhöhe gefunden zu haben, wie im nächsten Kapitel näher ausgeführt wird. Wenn schon so dicht an der Elbe die Wirkung der großen Wasserfläche aufgehoben werden kann, so ist es verständlich, daß eine regelmäßige Abnahme der Flußwirkung auf große Entfernung überhaupt nicht zu merken ist. Sie hätte sich in den geschlos-

senen, weit ins Land hineinreichenden Obstbeständen in Borstel und Jork bemerkbar machen müssen. Auch die Tatsache gibt zu denken, daß an der Lühe, die nur 10 m breit ist, der Einfluß sich ebenso weit bemerkbar gemacht hat als an der Elbe, die 1,5 bis 2,5 km breit ist. Es kann sich also nicht um einen unmittelbaren Wassereinfluß handeln. Wir müssen daher noch eine andere Erklärung suchen als den Wassereinfluß.

6. Einflüsse der topographischen Gestaltung.

Im allgemeinen hat die topographische Gestaltung große Bedeutung bei den Strahlungsvorgängen. In den Elbmarschen scheinen die Höhenunterschiede zwar viel zu gering zu sein, um sich überhaupt bemerkbar zu machen. Trotzdem müssen wir auf sie Rücksicht nehmen.

Eine Höhenschichtenkarte des ganzen Alten Landes gibt es nicht. Bei der Landesaufnahme sind keine Höhenlinien festgelegt worden. Sonst hätte die Linie in Höhe von Normal-Null recht wertvolle Einblicke ergeben. Wegen der besonderen Bedeutung hätten ausnahmsweise die Höhenlinien auch bei + 0,50, + 1,00, + 1,50, + 2,00 und + 2,50 m aufgenommen werden müssen.

Im Bereich der Schleusenverbände Nr. 4, 5, 6, 11, 12 und 13 (Abb.6) sind sehr genaue Nivellierungen ausgeführt worden, so daß wir danach Höhenlinien zeichnen können. Der Kulturbaubeamte in Stade hat dankenswerterweise das bei ihm vorhandene Material zur Verfügung gestellt. Danach ist die in Abb. 5 wiedergegebene Karte gezeichnet worden, die nur in den genannten Schleusenverbänden genau ist.

Beim Vergleich der Abb. 4 und 5 fällt auf, daß weitgehende Übereinstimmung mit Landhöhe und Kirschenertrag besteht. Wir beginnen mit der Betrachtung der höchsten Erhebungen in der Marsch, den Deichen. Die Kronenhöhe des Elbdeichs liegt 6 m über NN, die des Lühedeichs an der Mündung auch 6 m, bei Horneburg nur noch 3 m über NN. In dem Abschnitt über den Einfluß der Elbe ist gezeigt worden, wie gering dieser Einfluß ist. Er ist unabhängig von der Größe der Wasserfläche, weil er an der Lühe ebenso zu spüren ist wie an der Elbe. Wir sind deshalb gezwungen, den Deichen eine besondere Wirkung zuzuschreiben. Vor allem kommt wohl die große Unruhe der Luft über den Deichen in Betracht. Über der Elbe liegt nachts ein relativ warmer Luftkörper. Ebenso ist die Luft über den Baumstücken relativ warm. Welche Temperaturdifferenzen zwischen den beiden Luftkörpern bestehen, ist nicht bekannt. Der Deich, der zwischen beiden liegt, müßte dort, wo er kahl ist, eine schmale Kaltluftzone zwischen die beiden Warmluftkörper schieben. Wo er Bäume trägt, wird dies nicht der Fall sein. Immer aber wird über dem Deich sowohl wegen der Temperaturunterschiede wie auch wegen der Dammwirkung eine besonders lebhafte

Wirbeltätigkeit herrschen, die die Ausbildung einer ruhigen Inversionsschicht hindert. Die Häuser, die in Reihen neben den Deichen stehen, verbreitern die Zone der Luftwirbel. Durch diese Luftbewegung ist zur Hauptsache der Frostschutz zu erklären. Besonders anschaulich zeigt folgendes Beispiel die Dammwirkung der Deiche: In dem Winkel zwischen Lühe und Elbe laufen in der Ortschaft Lühe die Deiche in einem Abstand von etwa 300 m eine Strecke parallel. An beiden

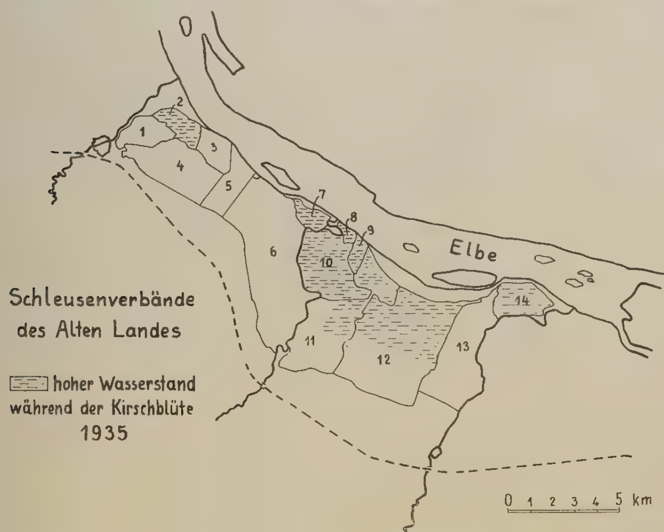


Abb. 6. Schleusenverbände der ersten und zweiten Meile des Alten Landes.

1. Wöhrdener Schleusenverband
2. Bassenflether ,,
3. Twielenflether ,,
4. Hollerner Binnen- ,,
5. Siebenhöfer ,,
6. Steinkirchener Neuwettern-Schl.V.
7. Grünendeicher Sassensielverband
8. Lüher Sielverband
9. Wischer Schleusenverband
10. Hohenfelder ,,
11. Neuenschleuser ,,
12. Borsteler ,,
13. Königreich-Westmoorender Schl.V.
14. Cranz-Leeswig-Hinterbracker ,,

Deichen haben die Kirschen keinen merklichen Schaden erlitten. Mitten zwischen den Deichen aber trugen die Bäume nur mäßig.

Eine seitliche Verlagerung durch Wind ist nur in geringem Maße möglich. In der bodennahen Luftschicht ist die Wirbelzone an die Deiche gebunden. In der Höhe wird sie mit dem Winde abgetrieben, geht aber dann schon über die Baumkronen hinweg und kann nach unten nicht mehr viel Einfluß haben. Dort wo der Seitenwind kalte Luft heranführt, besteht die Gefahr, daß sich die kalte Luft unter die Wirbelzone schiebt. An der oberen Lühe, in Neuenkirchen und Guderhandviertel, ist nach Erfahrung der Bauern bei östlichen oder westlichen

Winden deutlich zu spüren, daß die Luvseite mehr Frostschaden erleidet als die Leeseite.

Wenn außer den besonders hochragenden Deichen auch den sehr viel geringeren Unterschieden in der Landhöhe ein Einfluß auf die Strahlungsvorgänge zugeschoben werden soll, so kann er kaum in den natürlichen Geländewellen gesucht werden, die selten ein größeres Gefälle als 0,5 : 100 haben. Auch die Größe der Wasserfläche der Gräben ist im hohen Land nicht wesentlich anders als im niedrigen. Sie beträgt 12–15%[1]) der Gesamtfläche. Vielmehr unterscheiden sich die hohen Ländereien durch die stärkere Zerklüftung. Die Gräben schneiden tief ein, das Land ist hoch aufgewölbt und fällt ziemlich steil nach den Gräben zu ab. Die Höhenunterschiede zwischen Land und Grabenwasserspiegel betragen 1,50 bis 2,30 m auf 10 m Entfernung. Im niedrigen Land dagegen sind die Landrücken horizontal, erheben sich nur 0,50 bis 1 m über den Grabenwasserspiegel und haben flache Abdachungen zu den Gräben. Über dem hohen Land muß deswegen die Wirbeltätigkeit, die infolge der verschiedenen Ausstrahlung von Land und Wasser entsteht, größer als über dem niedrigen Land sein. Es muß speziellen mikroklimatischen Untersuchungen vorbehalten bleiben, die zweifellos sehr komplizierten Vorgänge genauer zu erforschen.

7. Einfluß der Gebäude.

Die Erscheinung, daß Bäume in der Nähe von Gebäuden gegen Frostgefahr geschützt sind, ist allgemein bekannt. Die Gehöfte liegen im Alten Lande in langen Reihen so dicht aneinander, daß aufs Ganze gesehen eine recht beachtliche Wirkung zustandekommt. In Ladecop z. B. hat fast in der ganzen Länge des Ortes die Häuserreihe zusammen mit den geschlossenen alten Obstanlagen die Einwirkung der kalten Luft, die von den südlich gelegenen Wiesen und Weiden heranzog, zum Stillstand gebracht.

Eine besondere Wirkung wird der Ziegelei in Königreich zugeschrieben. An der Stelle mit den auffallend hohen Erträgen (s. Abb. 4) liegen die Kirschenanlagen zwischen dem Estedeich und der etwa 500 m entfernten Ziegelei. Der Ofen war am 1. Mai bereits in Betrieb. Es ist durchaus wahrscheinlich, daß die Ziegelei eine so auffallend günstige Wirkung hervorgebracht hat, weil die Nähe des Estedeiches bereits günstige Vorbedingungen geschaffen hat. An anderen Stellen ist der Einfluß von Bäckereien auf die Nachbarschaft beobachtet worden. Besonders drastisch war ein Fall in Mittelnkirchen, wo der Bäcker früh

[1]) Diese Zahl verdanke ich einer Mitteilung des Kulturbaubeamten in Stade. Die von Loewel (Angew. Bot. **14**, 1932, S. 236) genannte Zahl von 25% entspricht nicht der Wirklichkeit.

morgens am 2. Mai seinen Ofen heizte. Der Qualm legte sich in den benachbarten Obsthof. Alle Kirschensorten, z. B. auch die Frühen Schwarzen, haben an der Stelle einen vollen Ertrag gebracht.

8. Einfluß der Himmelsrichtung.

Der Behang der Bäume war häufig an einer Seite stärker als an der anderen. Aus der ersten Meile (s. Abb. 2) liegen Beobachtungen vor, daß die Bäume an der Südseite, aus der zweiten Meile (Jork), daß die Bäume an der Westseite den stärksten Behang hatten. In anderen Fällen war bei Bäumen, die nach einer Seite Schutz hatten, auf der geschützten Seite der größere Ertrag.

Weil in der ersten Meile die Südseite, in der zweiten Meile die Westseite bevorzugt war, muß in erster Linie ein Zusammenhang mit der Windrichtung gesucht werden. In der ersten Meile hat der von NO über N nach NW drehende Wind die N-Seite der Bäume getroffen, während die S-Seite weniger dem kalten Luftzuge ausgesetzt war. Der Wind hat nicht etwa kalte Luft herangebracht, sondern nur die vorhandene kalte Luft durch die Bewegung zur stärkeren Wirkung gebracht. In Jork hat nach der S. 144 mitgeteilten Beobachtung der Wind aus SSO und aus OSO geweht. Im Gegensatz zu den Verhältnissen in der ersten Meile ist anzunehmen, daß er in Jork kalte Luft herangeführt hat.

Die Frage, ob der einseitige Behang auch eine Folge der Wirkung der Wassergräben sein kann, ist viel erörtert worden. In einzelnen Fällen haben dicht über dem Wasser hängende Äste oder Bäume ungewöhnlich voll gesessen, eine Beobachtung, die auch früher bei Blütenfrösten gemacht worden ist. Es sind aber zu viele Fälle beobachtet worden, in denen eine derartige Grabenwirkung nicht vorgekommen ist, obgleich sie nach der ganzen Lage zu erwarten gewesen wäre. Die schon genannten Beobachtungen aus Jork sind besonders in dieser Beziehung interessant. In dem einen Fall lag der Graben an der Ostseite, im andern an der Westseite der Bäume. Es ist also nicht der Graben, sondern die gleiche Himmelsrichtung entscheidend gewesen. Auch die im Jahre 1936 gemachte Beobachtung, daß vielfach die Bäume an der SW-Seite am meisten Kirschen trugen, muß als Einfluß des Windes gedeutet werden. Einflüsse des Grabens machen sich anscheinend nur ganz dicht über dem Wasser, aber nicht mehr in Kronenhöhe bemerkbar.

Frostschutzmaßnahmen.

a) Räuchern, Spritzen mit Wasser.

Eine allgemeine Frostwehr hat sich an der Niederelbe noch nicht eingebürgert, weil Frostschäden während der Blüte verhältnismäßig

selten sind. Nur einige wenige Obstbauern haben in der Frostnacht geräuchert. Die Erfolge sind gering gewesen, meistens sogar völlig ausgeblieben. Der Grund für das Versagen liegt in erster Linie darin, daß meistens erst um 3 oder 4 Uhr morgens mit dem Räuchern begonnen worden ist. Normalerweise sinkt die Temperatur erst gegen Morgen unter den Gefrierpunkt. Man hat sich auf diese Erfahrungen verlassen und nicht an einem Thermometer den Temperaturverlauf verfolgt. So war bei Beginn des Räucherns die Luft bereits so kalt, daß ein Strahlungsschutz durch Rauch nicht mehr wirksam wurde. Nur in der Nähe der Feuer oder Öfen hat sich eine Heizwirkung an den benachbarten Bäumen bemerkbar gemacht. Für einen wirklichen Erfolg durch Heizung wäre eine viel größere Anzahl von Öfen oder Feuerstellen nötig gewesen. Um bei jeder Windrichtung die Bäume schützen zu können, müßten mehrere Nachbarn zusammenarbeiten, um statt der langen, schmalen Einzelbesitzungen mehr quadratische Stücke zu bekommen. Bei dem einen Fall, wo das unbeabsichtigte Räuchern durch den Schornstein des Bäckers in Mittelnkirchen großen Erfolg gebracht hat, wie Seite 159 erwähnt worden ist, trafen drei frostmindernde Faktoren zusammen, nämlich die Nähe der Deichzone, die Nähe der Häuser und der Rauch.

Nach der Methode, die in Gärten öfter angewandt wird, haben einige Besitzer am Morgen ihre Kirschbäume mittels der Motorspritze mit Wasser bespritzt. Einen Erfolg konnten sie nicht feststellen. Wollte man durch Wasser die Bäume schützen, so müßte man sie die ganze Nacht hindurch ununterbrochen bespritzen. Eine beschränkte Anzahl Bäume würde man zweifellos auf diese Weise retten können.

b) Einlassen von Wasser in die Gräben.

Größere Wasserflächen bieten nach allgemeinen Erfahrungen einen wirksamen Frostschutz, weil die Ausstrahlung über Wasser viel geringer ist als über Land. Im Alten Lande ist die Erscheinung, daß dicht an den Flüssen am seltensten Frostschaden vorkommt, natürlich längst bekannt. Auch die Fälle sind schon erwähnt, in denen Kirschbäume mit ihren über die Gräben hängenden Zweigen in Jahren mit allgemeinem Frostschaden nicht gelitten haben. So ist es naheliegend, daß die Altländer versuchen, die günstige Wirkung des Wassers durch ihr Grabensystem zu vergrößern. Das geschieht in der Weise, daß man in vielen Schleusenverbänden während der Blüte „spiert", d. h. die Schleusentore bei Flut öffnet und Wasser von der Elbe in die Gräben einläßt. Der Wasserstand wird auf diese Weise bis zu etwa 30 cm über den normalen Stand gehoben.

In acht Schleusenverbänden (siehe Abb. 6) ist während der Blüte 1935 gespiert worden, in sechs Schleusenverbänden nicht. In einigen

kleinen Schleusenverbänden hat man besonderen Wert darauf gelegt, das Wasser möglichst in Bewegung zu halten, indem man es in stetem Wechsel bis zum höchsten Stand eingelassen und wieder bis zum normalen Stand abgelassen hat. Aus der Karte ist zu ersehen, daß vorwiegend in der zweiten Meile gespiert worden ist, während in der ersten Meile nur die beiden Schleusenverbände Bassenfleth und Grünendeich gespiert haben.

Die Wirkung dieser Maßnahme war nicht leicht nachzuprüfen. Für eine frostdämpfende Wirkung des Spierens spricht anscheinend, daß in diesem Jahre mehrfach hohe Ernten in den Schleusenverbänden mit hohem Wasserstand erzielt worden sind, z. B. in Bassenfleth und in dem Gebiet von der Lühemündung bis Jork. Doch haben diese Gebiete geschlossene Baumbestände, hohes Land und an der einen Seite Deiche, weswegen sie, wie oben gezeigt worden ist, weniger unter Frost leiden. Twielenfleth und Siebenhöfen, bei denen die genannten Standortsverhältnisse ebenso günstig sind, haben gute Ernten gehabt, ohne daß gespiert worden ist, während Hinterbrack und Cranz mit weniger dichtem Baumbestand durch das Spieren den Ernteausfall nicht haben verhindern können. Auch der geringe Ertrag in dem größten Teil von Grünendeich läßt Zweifel an einer Wirkung des Spierens aufkommen. Diese Vergleiche sind aber deswegen nicht ganz beweiskräftig, weil die genannten Standorte einander nicht so völlig gleichen, daß man sagen könnte, sie unterscheiden sich einzig und allein durch den Wasserstand der Gräben.

Eine bessere Unterlage für die von uns angestrebte Entscheidung bildet folgende Beobachtung: An mehreren Stellen, wo vom Schleusenverband aus nicht gespiert worden ist, hat man durch besondere Siele in nur wenige Gräben Wasser eingelassen. Es hat sich aber in keinem der bekanntgewordenen Fälle eine günstige Wirkung gezeigt.

Man kann kaum annehmen, daß der Erfolg erst dann eintritt, wenn der Wasserstand innerhalb eines ganzen Schleusenverbandes gehoben wird. Beispielsweise bei Häusern macht sich ein Einfluß auch nicht nur in geschlossenen Ortschaften, sondern bei jedem einzelnen Hause bemerkbar. Schließlich spricht auch die gelegentliche Beobachtung, daß die dem Graben zugekehrten Seiten der Bäume am meisten Kirschen getragen haben, nicht unbedingt für eine Wirkung des Grabenwassers, weil nachweislich an einer anderen Stelle in nicht allzu großer Entfernung von der ersten gerade die abgekehrten Seiten reichen Behang gehabt haben. Wir hatten oben diese Erscheinung als Wirkung des Windes erklärt.

Nach Abschluß der vorliegenden Untersuchungen ist es durch freundliche Unterstützung der Wetterdienststelle Hamburg im Herbst

1936 möglich gewesen, in zwei Nächten mit Strahlfrösten Temperaturmessungen in Obstanlagen und über Gräben auszuführen. Diese Messungen, über die an anderer Stelle ausführlich berichtet werden soll, lassen erkennen, daß die frostdämpfende Wirkung der Gräben nicht bis in die Kronenhöhe der Obstbäume hinaufreicht.

Wir müssen auf Grund der vorstehenden Überlegungen die Auffassung ablehnen, daß dem Spieren eine wesentliche frostdämpfende Wirkung zukommt.

Überdies ist das Spieren im Frühjahr für den Boden und die Baumwurzeln bestimmt nicht günstig. Kommen nämlich die Obstbaumwurzeln während der Vegetationsperiode unter Wasser, so können sie nicht mehr in vollem Umfange arbeiten. Ihr Versagen wirkt sich besonders schädlich im Frühjahr aus, wenn während der Entfaltung der Blüten und Blätter sehr hohe Anforderungen an sie gestellt werden.

Ergebnisse und Auswirkungen für die Praxis.

Nach den geschilderten Untersuchungen wird im Alten Lande die nächtliche Ausstrahlung durch Deiche, natürliche Bodenerhebungen, Häuser und dichte Baumbestände abgeschwächt. Außerdem macht sich jeder Windschutz günstig bemerkbar. Abgesehen vom Windschutz sind alle genannten Faktoren in ihrer Wirkung nur geringen Schwankungen unterworfen. Sie sind fest mit dem Standort verbunden und ändern sich auch über Jahre hinaus wenig. Wir können es deshalb wagen, auf Grund der Auswirkungen einer einzigen Frostnacht Zonen verschiedener Frostgefährdung festzulegen. Eine Stelle ist um so weniger gefährdet, je mehr der genannten, günstigen Umstände an ihr zusammentreffen. In Anlehnung an eine schon bestehende Einteilung der öffentlichen Wetterdienststelle Hamburg (7) grenzen wir vier Zonen ab (s. Abb. 7):

I besonders gefährdet,
II gefährdet,
III wenig gefährdet,
IV am wenigsten gefährdet.

Die Zukunft muß zeigen, ob unsere Zoneneinteilung derjenigen der Wetterdienststelle Hamburg entspricht. An zwei Punkten, nämlich in Jork und in Dammhausen, besteht schon Übereinstimmung. Diese Gebiete liegen sowohl nach der bestehenden wie nach der neuen Einteilung in Zone III bzw. Zone I.

Folgende praktische Anwendung der Zonenkarte ist jetzt bereits möglich: Die Wetterdienststelle Hamburg gibt an kritischen Abenden durch den Rundfunk bekannt, für welche Zonen Nachtfrostgefahr

besteht. An Hand unserer Einteilung kann jetzt der Obstbauer sehr viel sicherer als früher seine Vorkehrungen treffen.

Auch bei Neupflanzungen kann man jetzt mehr als bisher auf die Frostgefährdung achten und die günstigen Stellen für Obstanlagen bevorzugen. In gewissen Grenzen läßt sich auch das Lokalklima verbessern.



Abb. 7. Zonen der Frostgefährdung:

I besonders gefährdet — III wenig gefährdet

II gefährdet — IV am wenigsten gefährdet.

Zusammenfassung.

Aus der strichweise verschiedenen Höhe der Kirschenernte wird gefolgert, daß der Frost in der Nacht vom 1. zum 2. Mai 1935 im Alten Lande ungleich stark aufgetreten ist. Es konnten diejenigen Standortsbedingungen erkannt werden, die Einfluß auf den Frost gehabt haben. Frostmildernd wirkten dichte Baumbestände, Häuser, Deiche, Windschutz und die natürlichen, geringen Bodenerhebungen.

Das Heben des Wasserstandes in den Gräben zur Blütezeit hat entgegen einer weitverbreiteten Ansicht keine nachweisbar frostdämpfende Wirkung gehabt.

Auf Grund der Untersuchungen wird das Alte Land in Zonen verschiedener Frostgefährdung eingeteilt.

Schrifttum.

1. Bender, K.: Die Frühjahrsfröste an der Unterelbe und ihre Bekämpfung. Kleinklimatologie und Nachtfrostschutz 1930—1933. — Öffentliche Wetterdienststelle Hamburg.

2. Chittenden, F. J.: Jour. Roy. Hort. Soc. **37**, 1911—1912, 352—355. (Zitiert von Crandall S. 119.)
3. Crandall, Ch. S.: Blooming periods of apples. — Univ. of Illinois, Agr. Exp. Sta., Bull. 251, Urbana 1924.
4. Geiger, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. — Sammlung „Die Wissenschaft", Bd. **78**. Braunschweig 1927.
5. Grunow, J.: Über den Einfluß großer Wasserläufe auf das Klima der Uferzonen. — Ber. Tätig. Pr. Meteorol. Institut i. J. 1932, Berlin 1933, 72—94.
6. Kemmer, E. und Schulz, F.: Grundlagen obstbaulicher Planwirtschaft. — Landw. Jahrb. **78**, 1933, 497—576.
7. Öffentliche Wetterdienststelle Hamburg: Ergebnisse aus den Beobachtungen im Frühkulturen- und Baumschulengebiet an der Unterelbe 1930 bis 1931, herausgegeben von der Öffentlichen Wetterdienststelle Hamburg.
8. Rothe, G.: Beitrag zur Geologie der Hannoverschen Elbmarschen im Zusammenhang mit den Obstkulturen des niederelbischen Obstbaugebietes. — Arb. Biol. Reichsanst. **17**, 1929, 391—400.
9. Wetterdienststelle Hamburg: Wetterkarte des Reichswetterdienstes **30**, 1935, Nr. 122, 135, 136 und 137.

Adelopus balsamicola (Peck) Theiss. f. Douglasii als Erreger einer Schütteerkrankung der Douglastanne.

Von Hans Steiner.

Aus der Lehrkanzel für Phytopathologie an der Hochschule für Bodenkultur in Wien.

(Vorstand: o. ö. Prof. Dr. Gustav Köck.)

Mit 14 Textabbildungen.

Inhaltsangabe: 1. Einleitung. — 2. Parasitäre Krankheiten der Douglastanne in Europa. — 3. Auftreten der *Adelopus*-Erkrankung der Douglastanne in Österreich. — 4. Makroskopisches Bild der *Adelopus*-Erkrankung. — 5. Mikroskopisches Bild der *Adelopus*-Erkrankung. — 6. Vergleich von *Adelopus* sp. auf *Pseudotsuga Douglasii* mit *Adelopus balsamicola* auf *Abies balsamea*. — 7. Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Einleitung.

Unter den ausländischen Holzarten wird in der Forstwirtschaft wohl der Douglastanne die größte Beachtung geschenkt. Sie ist eine Baumart, die im westlichen Nordamerika beheimatet ist und dort besondere klimatische Rassen oder Varietäten ausgebildet hat. Bei uns unterscheidet man im allgemeinen zwei Formen, *Pseudotsuga Douglasii viridis* Schwerin (= *Pseudotsuga taxifolia* var. *viridis* Aschs. u. Gr.), die grüne Douglastanne oder Küstendouglasie, die im ozeanischen Klima des pazifischen Gebietes Nordamerikas verbreitet ist und *Pseudotsuga*

Douglasii glauca Mayr (= *Pseudotsuga glauca* Mayr), die blaugrüne Douglastanne oder Felsengebirgsdouglasie, die im Felsengebirge mit kontinentalerem Klima ihre Heimat besitzt. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Formen sind ziemlich auffällig. Neben anderen, noch nicht vollkommen gesicherten unterschiedlichen Eigenschaften zeigen sie ein merklich verschiedenes Wuchsverhalten, verschiedene Frostempfindlichkeit und eine verschiedene Farbe der Benadelung. Die grüne Form der Douglastanne ist raschwüchsig, in der Jugend sehr frostempfindlich, die jüngsten Triebe zeigen keine Wachsbereifung und sind rein grün gefärbt, wogegen die blaugrüne Form durch Langsamwüchsigkeit und Frosthärte, sowie durch starke Bereifung und eine grau- bis blaugrüne Färbung der jüngsten Triebe gekennzeichnet ist. Eine Mittelstellung zwischen diesen beiden Varietäten nimmt bezüglich Farbe und Wuchsverhalten die sogenannte *caesia*-Form ein, die am Oberlauf des Fraserflusses in Britisch-Kolumbien beheimatet ist.

Nachdem die Douglastanne in ihrer Heimat im Vergleich zu anderen Holzarten mancherlei ungemein wertvolle, vom Standpunkt des Forstwirtes sehr geschätzte Eigenschaften aufweist, ist es begreiflich, daß diese Baumart sehr bald auch in Europa Eingang gefunden hat. Die im allgemeinen äußerst günstigen Erfahrungen, die man mit dem Anbau der Douglastanne daselbst gemacht hat, waren Anlaß und Ansporn, für eine immer weitergehende Einbringung dieser Holzart einzutreten. Die Vorteile und Vorzüge der Douglastanne gegenüber anderen Holzarten liegen vor allem in der großen Massenleistung, in ihrer hohen Reproduktionsfähigkeit, in ihrer Raschwüchsigkeit und der Fähigkeit, Trocknis des Bodens im Sommer zu ertragen. Außerdem schien die Douglastanne bis vor kurzer Zeit in Europa weit weniger von Krankheiten und Schädlingen bedroht zu sein als andere fremdländische Holzarten und unsere einheimischen Waldbäume. So hat sich z. B. die Douglastanne in der Lüneburger Heide im Gegensatz zu Fichte und Kiefer gegenüber *Trametes radiciperda* (Wurzelschwamm) beinahe immun erwiesen (Zimmermann 17). Auch *Agaricus melleus* (Hallimasch), der zwar vereinzelt ein Eingehen der Bäume verursachen kann, tritt weniger schädigend als bei der Fichte und der Weymouthskiefer in Erscheinung. Weiter spielt auch der gefährliche Nadelholzpilz, *Trametes pini* (Kiefernbaumschwamm), der in nordamerikanischen alten Douglastannenbeständen in manchen Fällen Ausfälle von 50 % der Holzmasse und mehr erzeugt, bisher in Europa eine geringe Rolle. Als ausgesprochener Kernholzspezialist dürften vielleicht, wie auch v. Tubeuf (10) annimmt, in den meisten Fällen unsere Douglastannen das für einen Befall mit diesem Pilz disponierte Alter noch nicht erreicht haben. Überdies sind die Äste der Douglastannen elastischer, nicht so starr wie bei der Kiefer, es treten daher seltener Astwunden auf, wodurch die In-

fektionsgefahr wesentlich gemindert ist. Von anderen Erkrankungen der Douglastanne in Amerika, die jedoch bisher in ihr neues Verbreitungsgebiet nicht nachgefolgt sind, erwähnt v. Tubeuf (9) einen nadelbewohnenden Rostpilz im *Caeoma*-Stadium, dessen vollständiger Entwicklungsgang noch nicht aufgedeckt ist und eine deformierende, hexenbesenbildende Zwergmistel, *Arceuthobium Douglasii*. In neuerer Zeit wurde in Amerika das Auftreten des Erregers des Lärchenkrebses, *Dasyscypha Willkommii*, auch auf der Douglastanne beobachtet (Trendelenburg, 8). Der Befall äußert sich, wie bei der Lärche, im Auftreten von Krebsbildungen, die ein derartiges Ausmaß annehmen können, daß Stämme mit einem Durchmesser von über 30 cm zum Absterben gebracht werden.

Die Ursache, daß die Douglastanne bisher in Europa gegen die verschiedensten Erkrankungen widerstandsfähiger schien, sieht v. Tubeuf (10) vor allem darin, daß der Import der Douglastanne ausschließlich durch Samen erfolgte, wobei vielleicht die höheren Temperaturen bei der Klengung auch noch eine Desinfektion der Samen herbeiführen. Diese Art der Verbreitung wirkt einer Parasitenverschleppung, wie wir an vielen anderen Beispielen erlebt haben, entgegen, bzw. können unter diesen Umständen Jahre verstreichen, bis die Parasiten in das künstliche Verbreitungsgebiet ihres Wirtes einwandern. Damit wird ein Ausspruch Wiebecke's verständlich und gewinnt immer mehr an Wahrheit, daß die Douglastanne die einzige Exote unter unseren Waldbäumen sei, deren Krankheiten wir noch nicht kennen. Im Jahre 1930 hat Gäumann (1) diese Äußerung dahingehend ergänzt, daß sich die Douglastanne in Europa nunmehr in jenem Entwicklungsstadium zu befinden scheint, in welchem die Parasiten ihrem Wirte in seine neue Heimat bereits nachzufolgen beginnen, bzw. wie wir noch weiter unten hören werden, zum Teil schon nachgefolgt sind. Es scheint daher nicht unangebracht zu sein, bevor wir eine eingehende Darstellung der *Adelopus*-Erkrankung folgen lassen, auf andere, bisher in Europa beobachtete parasitäre Krankheiten der Douglastanne kurz hinzuweisen.

2. Parasitäre Krankheiten der Douglastanne in Europa.

Zunächst sei ein an der Douglastanne nicht selten anzutreffender Pilz erwähnt, *Botrytis cinerea*. Dieser tritt namentlich in nassen Frühjahren in den Pflanzgärten an Nadeln und jungen Trieben auf und bringt diese zum Vergilben bzw. zum Absterben. Die Nadeln der grünen Douglastanne scheinen infolge ihrer Zartheit stärker gefährdet zu sein als die derben Nadeln der blauen Douglastanne. Im übrigen handelt es sich hierbei um einen ziemlich polyvoren Pilz, der auch auf anderen jungen Koniferen und vielen anderen Pflanzen Schaden verursacht.

Im Jahre 1928 wurde von Wilson und Hahn (14) in Schottland eine Einschnürungskrankheit beschrieben, die auf der grünen und blauen Douglastanne, außerdem auch an *Larix europaea*, *L. leptolepis*, *Abies grandis*, *A. pectinata* und *Cedrus atlantica* schädigend in Erscheinung trat und nach unseren derzeitigen Kenntnissen nunmehr auch in Großbritannien, Irland, Holland, Dänemark, Norwegen und Schweden sicher nachgewiesen ist. In Deutschland, Frankreich und Belgien wird ihr Vorhandensein vermutet. Der Erreger dieser Erkrankung, *Phomopsis pseudotsugae* Wilson, ruft ein ähnliches Krankheitsbild hervor wie *Phoma abietina* Hart. an Weißtannen. Der Hauptschaden ist an jungen, bis zu 12 Jahre alten Exemplaren zu verzeichnen. Der Befall mit diesem Pilz bewirkt einerseits ein Absterben des Leittriebes der Douglastanne, andererseits treten an Stämmchen bis zu etwa acht Jahren die charakteristischen Einschnürungen auf, die als 10—15 cm breiter Ring den Stammteil umschließen; die oberhalb der Einschnürung gelegenen Teile sterben allmählich ab. Schließlich können noch an älteren Stämmen nicht selten Krebsbildungen beobachtet werden, die in der Regel eine Länge bis 15 cm erreichen. In schwereren Krankheitsfällen und bei jungen Exemplaren kann der Befall mit diesem Pilz das Eingehen des ganzen Bäumchens zur Folge haben. Als Fruktifikationsorgane treten Pykniden auf, die schwarz, ein- oder mehrkammerig sind und einen Durchmesser von 0,3—1 mm aufweisen. Die in den Pykniden ausgebildeten Sporen sind hyalin, einzellig, elliptisch oder spindelförmig, 4,5 bis 8,5 × 2 bis 4 μ groß.

Nach dem makroskopischen Krankheitsbild ist mit dem vorgenannten Pilz ein anderer, *Phomopsis conorum* (Sacc.) Died., der in Europa auf Nadeln und Zweigen verschiedener Koniferen, darunter auch der Douglastanne, auftritt, leicht zu verwechseln. Phytopathologisch ist allerdings dieser Pilz nur von geringer Bedeutung, da er meist nur sekundär, nach starken Frösten Schaden verursachen kann (Hahn, 2). Es gelangen auch hier schwarze Pykniden im Ausmaß von 0,3—2 × 0,2 bis 0,4 mm zur Ausbildung, die in ihrem Innern zweierlei Sporen, „A“ und „B“, produzieren. Die „A“-Sporen sind hyalin, einzellig und spindelförmig, 6,5—13 × 2,5—4 μ groß, die „B“-Sporen sind ebenfalls hyalin, jedoch fadenförmig, oft gekrümmt, 10—32 μ lang und 1 μ breit.

Von Schottland aus hat für Europa noch eine andere Erkrankung der Douglastanne ihren Ausgang genommen. Es handelt sich um den Nadelparasiten *Rhabdocline pseudotsugae* Syd., der eine Entnadelung der Douglastanne verursacht. Die Krankheit ist in Nordamerika (Montana) schon seit dem Jahre 1911 bekannt (Weir, 13) und wurde wahrscheinlich schon vor dem Jahre 1914 nach Südschottland eingeschleppt, erwies sich jedoch dort erst seit dem Jahre 1922 durch den jährlich wiederkehrenden Nadelabfall als wirklich schädlich (Wilson, 16).

In den folgenden Jahren wurde die Krankheit auch in England, Irland und Holland festgestellt, und nach Berichten v. Tubeuf (12) wurden auch in Deutschland einige Herde dieses Schüttepilzes nachgewiesen. In Amerika tritt dieser Parasit an grünen und blauen Douglastannen auf, während in Europa nach den bisher gesammelten Erfahrungen die grüne Form (*viridis*) im Vergleich zur blaugrünen (*glauca*) und grauen (*caesia*) widerstandsfähiger zu sein scheint. Die makroskopisch in Erscheinung tretenden Krankheitsbilder haben eine gewisse Ähnlichkeit mit jenen, die durch *Lophodermium*-Arten an verschiedenen Nadelbäumen hervorgerufen werden. Auf den Nadeln sind zunächst im Laufe des Sommers braune, scharf umgrenzte Flecke zu beobachten und im April, Mai des darauffolgenden Jahres treten durch schlitzförmige Sprengung der Oberhaut der Nadelunterseite die Fruchtkörper des Pilzes, die Apothecien, frei zu Tage. Diese zeigen in ihrem Innern eine gelblichbraune Färbung, unterscheiden sich dadurch von den schwarzen Apothecien der Hysteriaceen und erwecken eher den Eindruck einer Uredinee. Die hier vorhandenen Paraphysen sind hyalin, unverästelt, nur an der Spitze leicht verdickt. Die Schläuche selbst haben eine zylindrische Form, sind kurz gestielt, 115—125 μ lang und 17—21 μ breit. Die Ascosporen sind ebenfalls zylindrisch, zuerst ein-, später zweizellig, in der Mitte etwas eingeschnürt und 17—21 μ lang und 7—10 μ breit. Sie werden zu acht an der Zahl in den Schläuchen ausgebildet und reifen ungefähr Mitte Mai, zur Zeit des Knospenaustriebes. Das Myzel breitet sich auf einen engbegrenzten Raum um die Infektionsstelle aus und tötet dabei die Wirtszellen unter fleckenweiser Braunfärbung ab. Die Infektion erfolgt unmittelbar nach dem Aufbrechen der Knospen im Frühjahr und nimmt von den im vorigen Jahr infizierten und bereits im Mai mit reifen Apothecien besetzten Nadeln ihren Ausgang. Zu dieser Zeit beginnen die vorjährig infizierten Nadeln allmählich zu vertrocknen und fallen ab. Diese Nadelschütte kann junge Pflanzen in Saat- und Verschulbeeten, aber auch ältere, im Stangenholzalter, ergreifen und ähnliche Verheerungen anrichten, wie sie uns von den pilzparasitären Nadelschütten unserer heimischen Koniferen bekannt sind.

Seit dem Jahre 1928 ist der Douglastanne noch ein anderer Pilz, ein Askomyzet aus der Gattung *Adelopus*, schädlich geworden. Derselbe verursacht ebenfalls eine Nadelschütte und wurde zunächst von Wilson und Waldie (15) im Jahre 1928 aus England und Irland gemeldet. Zwei Jahre später berichtete Gäumann (1) über das Auftreten dieses Pilzes in der Schweiz, der auch dort zu einer Entnadelung der Douglastanne führte. Den Ausführungen Gäumann's entnehmen wir, daß diese Erkrankung in der Schweiz erstmals im Jahre 1925 im Forstkreis Aarberg, Kanton Bern, in Hardern bei Lyß beobachtet

wurde. Zunächst hatte es den Anschein, als sei die Krankheit nur auf einen Horst von zwanzigjährigen grünen Douglastannen, die wahrscheinlich infolge ungünstiger Standortsverhältnisse (diluviale Kiese und Sande) in der Entwicklung zurückgeblieben waren, beschränkt. Der Boden war zuerst landwirtschaftlich und später durch Pflanzschulbetrieb genutzt worden. In der Folgezeit konnten jedoch in einem Umkreis von einigen hundert Metern selbst an gutwüchsigen, ungefähr dreißigjährigen Douglastannen bis in die Wipfelpartien Anzeichen dieser Nadelschütte nachgewiesen werden. Im Jahre 1928 wurde südlich von den bisherigen Krankheitsherden, im Staatswald Dreihubel, das Auftreten dieses Pilzes in einem derart schädigenden Ausmaß konstatiert, daß Gruppen von 10 bis 20 etwa zwanzigjähriger Douglastannen vollkommen abgestorben waren. Der Boden war hier tiefgründig, bestand aus sandigem Lehm und war ebenfalls früher mit Pflanzschulen belegt.

Bald nach der Veröffentlichung Gäumann's (1) über das Auftreten dieses Schütteerregers in der Schweiz berichtete v. Tubeuf (11) im Jahre 1931, daß nach Mitteilung von Plaßmann[1]) (Münden) dieser Pilz bereits auch in Deutschland, in Rixdorf (Kreis Plön) mit denselben Krankheitssymptomen an Douglastannen schädigend in Erscheinung trat und im Jahre 1934 konnten wir das Vorhandensein desselben Pilzes auch in Österreich feststellen (Steiner, 5).

Aus der Gattung Adelopus ist, soweit aus der Literatur ersichtlich, nur eine einzige Art, *Adelopus balsamicola* (Peck) Theiss. bekannt, die im Laufe der Zeit eine oftmalige Umbenennung erfahren hat. Erstmalig beschrieb Peck (34th Report of the State Botanist of the Museum, New York, S. 52) im Jahre 1881 diesen Pilz auf den Nadeln von *Abies balsamea* in den Vereinigten Staaten als *Meliola balsamicola* und 1885 (Peck, 38th Report, S. 102) als *Asterina nuda*. Ellis und Everhart (North American Pyrenomycetes, S. 728, 1892) haben diesen Pilz in die Gattung *Dimerosporium* eingereiht und *Dimerosporium balsamicolum* (Peck) Ell. & Everh. benannt. Theissen (Ann. Mycol. XII, 72) hat im Jahre 1914 für diesen Pilz die Gattung *Cryptopus* mit der Art *Cryptopus nudus* (Peck) Theiss. aufgestellt und drei Jahre später (Theissen, Ann. Mycol. XV., 482, 1917) in *Adelopus* bzw. *Adelopus balsamicola* (Peck) Theiss. umgewandelt.

Adelopus balsamicola ist also ursprünglich auf den Nadeln von *Abies balsamea* in Nordamerika aufgetreten, scheint aber auch in Europa,

[1]) Während der Drucklegung vorliegender Arbeit berichtete Th. Rohde unter „*Adelopus*-Schütte der Douglasie in Deutschland?“ im Forstarchiv 1936, Heft 18, daß die *Adelopus*-Schütte in Deutschland nicht schon im Jahre 1930, sondern erstmalig im Jahre 1935 von Frl. v. Gaisberg in Württemberg festgestellt wurde. Der seinerzeit von Plaßmann aufgefundene und als *Adelopus* angesprochene Pilz gehört in die Gattung *Rhizosphaera* oder in ihre unmittelbare Nachbarschaft.

so in England (Wilson und Waldie, 15) und Frankreich (Maublanc, 3) auf *Abies pectinata* und in der Tschechoslowakei (Petrak, 4) auf *Abies*-Arten vorzukommen. Ob allerdings der auf Douglastannen vorkommende *Adelopus* dem ursprünglich *Abies*-Arten bewohnenden *Adelopus balsamicola* in morphologischer und physiologischer Hinsicht vollkommen gleicht, ist noch nicht feststehend. Zur Klärung dieser Frage sollen die vorliegenden Untersuchungen einen Beitrag liefern.

3. Auftreten der *Adelopus*-Erkrankung der Douglastanne in Österreich.

Das Auftreten des *Adelopus*-Pilzes an Douglastannen wurde in Österreich erstmalig im Frühjahr 1934 in einer Privatwaldparzelle der Gemeinde Koblach, Bezirk Feldkirch, Bundesland Vorarlberg, beobachtet[1]). Der primäre Befallsherd lag auf den etwa 500 m (Seehöhe) hohen und 70 m über dem Rheintale gelegenen sogenannten Udelberg, der einen östlichen Ausläufer des Kummenberges darstellt (vgl. Abb. 1). Letzterer ist eine aus dem Rheintale etwa 250 m aufragende, isolierte, größtenteils bewaldete Erhebung, die sich mit ihren Ausläufern von Osten nach Nordwesten erstreckt, bis fast an den Rhein heranreicht und sich mit einem weiteren Ausläufer in der Schweizergemeinde Montlingen fortsetzt. Das Massiv dieser gegen Nordosten steil abfallenden Erhebung besteht aus Kalk (Karrenkalk, Gaultsandstein), der mit Glazialschutt des Rheintalgletschers überlagert ist und durch reichliche Beimengung von Lehm meist einen guten Waldboden von verschiedener Mächtigkeit abgibt. Die bestandbildenden Holzarten sind Tanne, Fichte, Buche, Kiefer und Esche, die teils rein, teils in Mischung und zum Teil auch mit eingesprengten Eichen, Weißbuchen und Lärchen vorkommen. In den letzten Dezennien wurde im Gefolge des Kahlschlagbetriebes hauptsächlich Fichte, gemischt mit Lärche, Weiß- und Schwarzkiefer, verschiedenen Edellaubhölzern und in einigen kleineren und größeren Horsten und Gruppen auch mit der blauen und vorwiegend grünen Form der Douglastanne angepflanzt. Letztere zeigt bisher auf den guten Standorten und unter dem Einfluß des daselbst herrschenden, einen mehr ozeanischen Charakter zeigenden Klimas des Vorarlberger-Rheintales gutes, bis sehr gutes, ja vorzügliches Wachstum.

---

[1]) Durch eine vom Bundesministerium für Unterricht subventionierte Studienreise in das Befallsgebiet, sowie durch das freundliche Entgegenkommen der Bezirksforstinspektion in Feldkirch war es mir möglich, das von der *Adelopus*-Nadelschütte betroffene Gebiet in jeder Hinsicht genauestens kennen zu lernen und im Bestande selbst die notwendigen Untersuchungen durchzuführen. Es sei mir gestattet, auch an dieser Stelle vor allem dem Bundesministerium für Unterricht sowie den maßgebenden Herren der Bezirksforstinspektion für ihre vielseitige Unterstützung meinen verbindlichsten Dank zum Ausdruck zu bringen.

Der eigentliche Seuchenherd befindet sich auf dem schon erwähnten Udelberg, und zwar an einer Stelle, die am Grunde einer etwa 30 m tiefen Einsattelung liegt und durch einen gründigen, humosen Boden ausgezeichnet ist (vgl. Abb. 1). Die betreffende Waldparzelle wurde im Jahre 1917 nach vorhergegangener Kahllegung künstlich aufgeforstet und zwar zu unterst in Gruppen mit Fichten, grüner Douglastanne und einigen Eschen, nach oben hin mit Fichte, Kiefer und Buche. Von den damals gepflanzten 100 Douglastannen waren zur Zeit des Auftretens der Erkrankung noch 96 Stück vorhanden. Die Höhe derselben betrug 10—12 m, der Brusthöhendurchmesser bei den stärkeren Pflanzen bis 16 cm. Da die Pflanzung in engem Verbande und fast in reinen Gruppen vorgenommen wurde, ist natürlich ein Teil der Douglastannen stark ins Gedränge gekommen, wodurch namentlich der Stärkenzuwachs gelitten hat. Die herrschenden Individuen zeigen jedoch ein sehr gutes Wachstum und haben die in unmittelbarer Nähe stehenden Fichten weit überholt.



Abb. 1. Geographische Lage des Befallsgebietes.
● Douglasien-Vorkommen am Kummenberg.
× Auftreten der Douglasien-Schütte (Seuchenherd).

Aus dem Bericht über den von der Bezirksforstinspektion durch Herrn Oberforstrat Ing. Egger am 30. Mai 1934 durchgeführten ersten Lokalaugenschein ist zu entnehmen, daß die aus dem Bestande herausragenden Kronenspitzen von etwa 10 Douglasien vollständig rot und verdorrt erschienen. Andere Kronen zeigten noch schüttere, grünliche bis gelbe Benadelung mit büschelförmigen Neutrieben an den

Enden der sonst fast nackten Äste. Als auffallend wurde ferner noch angegeben, daß ganz rote Kronen neben noch grünen aus dem engen Schlusse des Jungbestandes herausragen. Die Rinde war auch von solchen Bäumen, deren Kronen vollkommen rot und abgestorben waren, in den unteren Stammpartien noch frisch und saftführend. Im Innern des Bestandes war zu beobachten, daß sämtliche Stämme an der untersten Kronenpartie noch grün benadelte Äste trugen, wenn auch die Benadelung zum Teil schon sehr spärlich war. An der Unterseite der Nadeln konnten sowohl an den noch grünen als auch an den gelben und bereits roten Nadeln mit freiem Auge gerade noch sichtbare schwarze Pünktchen, als Perithecien diagnostizierte Fruchtkörper des Pilzes, beobachtet werden. Besonders reichlich waren die noch an den Zweigen haftenden roten Nadeln mit Fruchtkörpern besetzt. Wahrscheinlich dürfte durch die sehr starke Besonnung in diesem Frühjahr (1934) das Absterben dieser Nadeln so beschleunigt worden sein, daß die Nadeln an den Trieben haften geblieben sind, während die im Schatten des Kroneninneren befindlichen Nadeln langsamer abstarben und abfielen. Nachdem es auf Grund der mikroskopischen Untersuchung als feststehend galt, daß es sich um die durch den *Adelopus*-Pilz hervorgerufene Nadelschütte handelt, wurde zur Hintanhaltung einer weiteren gefahrvollen Verbreitung dieses Pilzes von der zuständigen Bezirksforstinspektion unter Bezugnahme auf das Reichsforstgesetz § 51 den betreffenden Waldbesitzern der Auftrag zur Fällung sämtlicher Douglastannen des Seuchenherdes gegeben. Am 28. Juli 1934 wurden die Douglastannen dieses Standortes tatsächlich gefällt und die Äste und Nadeln an Ort und Stelle verbrannt. Außer diesem als Seuchenherd angesprochenen Douglastannenvorkommen sind, wie aus Abb. 1 zu ersehen ist, noch sechs weitere über das Gebiet des Kummenberges zerstreut. Sie wurden im Jahre 1916 und 1917 angepflanzt und stehen in Gruppen zu 50 bis 300 Stück beisammen. Eines von diesen Vorkommen befindet sich etwa 180 Schritte weiter östlich vom Seuchenherd, an der gleichen Lehne der Einsattelung, nur einige Meter höher gelegen. Während bei dem ersten von der Bezirksforstinspektion vorgenommenen Lokalaugenschein hier keinerlei Anzeichen einer Erkrankung beobachtet werden konnten, fielen bei einem zweiten Lokalaugenschein am 6. Juli 1934 an der dem Seuchenherd zugekehrten Seite einige Douglastannen durch eine etwas verdächtige, hellere Grünfärbung der Nadeln auf. Bei genauer Beobachtung mit Lupe und Mikroskop bestätigte sich der Verdacht, es waren tatsächlich auf der Unterseite der Nadeln die Perithecien des Pilzes festzustellen. Zur gleichen Zeit wurden auch die übrigen Douglastannenhorste des Kummenberges unter Lokalaugenschein genommen und dabei auch Nadelproben gewonnen, die zur mikroskopischen Untersuchung an die Lehrkanzel eingeschickt wurden.

Dieser Lokalaugenschein, wie auch die vorgenommene mikroskopische Untersuchung ergab weiter nichts Verdächtiges. In der Folgezeit wurden im Sommer 1934 alle Douglastannenvorkommen im Bezirk Feldkirch einer genauen Untersuchung nach *Adelopus*-Befall unterzogen. Dabei zeigte sich, daß mit Ausnahme der im Steinwald bei Feldkirch vorkommenden 10—15 jährigen grünen und blauen Douglastannen alle übrigen Horste in der näheren und weiteren Umgebung von Koblach, so in Röthis, Götzis und Klaus von der *Adelopus*-Erkrankung noch verschont waren.

Anläßlich meiner Studienreise nach Vorarlberg und in die Schweiz wurden im Spätsommer 1935 die Douglastannen-Vorkommen des Kummenberges erneut einer eingehenden Durchsicht, durch Vornahme mikroskopischer Untersuchungen an Ort und Stelle, unterzogen. Nach Vernichtung der Douglastannen des Seuchenherdes waren also die im Gebiete des Kummenberges noch vorhandenen sechs Douglastannen-Horste auf *Adelopus*-Befall zu untersuchen. Von diesen wies die etwa 180 Schritte östlich vom primären Befallsherd gelegene, in Mischung mit Fichte stehende Gruppe von etwa 50 Douglastannen, namentlich an den Randbäumen, schon einen starken Befall auf. Dieser konnte durch das geschulte Auge des Beobachters an der verdächtigen, etwas grünlich-gelben Verfärbung der Nadeln und der etwas schütteren Benadelung schon vom Boden aus erkannt werden. Es wurde der *Adelopus*-Pilz dann noch an zwei Douglasien-Gruppen am Westhang des Kummenberges, von welchen die eine aus blauen Douglastannen bestand, nachgewiesen. Der Befall, der infolge des durchaus gesunden und normalen Aussehens der Baumkronen absolut nicht zu vermuten gewesen wäre, war jedoch hier als schwach zu bezeichnen.

Nachdem auch in den anderen Bundesländern Österreichs die Douglastannen wegen der eingangs erwähnten Vorzüge in kleineren und größeren Gruppen und Horsten zur Anpflanzung kamen, war es notwendig, um ein möglichst lückenloses Bild über das Auftreten und die bisherige Verbreitung dieser Erkrankung zu bekommen, auch in diesen Vorkommen entsprechende, diesbezügliche Nachforschungen anzustellen. Auf Grund der mit Unterstützung der Landesforstinspektionen durchgeführten Erhebungen konnte, soweit uns Berichte von diesen Stellen zugekommen sind, in keinem anderen Bundesland das Auftreten dieses Pilzes nachweisbar festgestellt werden, so daß wir, soweit unsere Kenntnisse heute reichen, in Österreich nur mit dem im Vorarlberger-Rheintal auftretenden *Adelopus*-Schütteherden zu rechnen haben dürften.

In diesem Zusammenhang scheint es mir nicht unangebracht zu sein, die Frage nach der Einschleppung des Pilzes und der Zeit der Infektion kurz zu streifen. Wenn ich mir auch der meist sehr problemati-

schen Natur einer diesbezüglichen Erörterung voll bewußt bin, sollen doch zumindest die verschiedenen in Betracht kommenden Möglichkeiten einer Einschleppung des Pilzes kritisch beleuchtet werden.

Nachdem die am Kummenberg vorhandenen Douglastannen zum allergrößten Teil als Sämlinge von Deutschland bezogen wurden, besteht immerhin die Möglichkeit, daß mit diesem Pflanzenmaterial der *Adelopus*-Pilz eingebracht wurde. Allerdings wird diese Annahme durch den Umstand sehr in Frage gestellt, daß — schon unter der stillschweigenden Voraussetzung des Vorhandenseins dieses Pilzes zu dieser Zeit in Deutschland, wofür jedoch keinerlei Anhaltspunkte vorhanden sind — fast 20 Jahre verstreichen mußten, bis der Pilz sichtbar und schädigend in Erscheinung trat. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, daß der Befall erst kurz vor seinem beobachteten Auftreten einsetzte. Vielmehr machen die, wenn auch bisher nur sehr mangelhaften Kenntnisse über die Biologie des Pilzes einerseits und die wenigstens im Anfangsstadium ziemlich unauffälligen Anzeichen der Erkrankung andererseits es durchaus wahrscheinlich, daß die Primärinfektion schon mehrere Jahre zurückliegt. Es ist möglich, ja sogar sehr naheliegend, daß selbst im Jahre 1934 der schon vorliegende Befall dem Auge des Forstwartes entgangen wäre, wenn nicht — wie vermutet wird —, die ungemein starke Besonnung im Frühjahr dieses Jahres mitgeholfen hätte, das Verdorren und Rotwerden der schon befallenen Nadeln in so starkem Maße zu beschleunigen. Eine andere Möglichkeit der Einschleppung besteht in der Übertragung der Krankheit bzw. von Sporen des Pilzes aus der angrenzenden Schweiz, wo wie früher erwähnt, der Pilz schon im Jahre 1925 aufgetreten ist. Mag es auf den ersten Blick auch unglaubwürdig und sonderbar erscheinen, daß gerade das östliche Douglasienvorkommen am Kummenberg befallen wurde, so ist dem entgegenzuhalten, daß auch am Westhang das Auftreten des Pilzes, wenn auch in weitaus geringerem Maße, konstatiert werden konnte. Für die unterschiedliche Stärke des Befalles könnte insofern eine Erklärung gefunden werden, als die durch die gegebene besondere Lage und Beschaffenheit des Seuchenherdes (muldenförmige Einsattelung, enger Pflanzenbestand) bedingten kleinklimatischen Verhältnisse die Entwicklung und Ausbreitung des Pilzes äußerst günstig beeinflußt haben.

4. Makroskopisches Bild der *Adelopus*-Erkrankung.

Die äußerlich, rein habituell an den befallenen Bäumen in Erscheinung tretenden Krankheitssymptome wurden schon von Gäumann (1) beschrieben und konnten durch unsere Untersuchungen bestätigt werden. Sie sind durch eine Entnadelung der Äste und Zweige vom Stamme her charakterisiert. Abb. 2 zeigt die *Adelopus*-Schütte an einigen Douglastannen in verschiedenen Befallsstadien. An den beiden

Bäumen links beobachten wir eine beginnende Entnadelung von innen her, die stammwärts gelegenen Teile der Äste haben die Nadeln schon zum Teil verloren. An den beiden anderen Bäumen können wir ein schon weiter vorgeschrittenes Entwicklungsstadium der Krankheit wahr-



Abb. 2. Verschiedene Stadien der *Adelopus*-Schütteerkrankung der Douglastanne.



Abb. 3. Verschiedene Stadien der *Adelopus*-Schütteerkrankung an Zweigen der Douglastanne.

nehmen, die Äste und Zweige sind schon größtenteils vollkommen entnadelt und tragen nur noch an ihren Enden büschelförmige Neutriebe. In analoger Weise äußert sich das Krankheitsbild an den Zweigen. In Abb. 3 ist in der Mitte ein Befallsstadium wiedergegeben, bei dem die älteren und teilweise zweijährigen Nadeln bereits abgefallen sind, während die im laufenden Jahre gebildeten Triebe volle Benadelung zeigen

— die Aufnahme wurde im August angefertigt —, links ein durch den *Adelopus*-Pilz vollkommen entnadelter, rechts ein noch gesunder Wipfel. Wir sehen also, daß die älteren Nadeljahrgänge zuerst von der Krankheit betroffen werden und diese dann auch auf die jüngeren Nadeln übergreift. Die Intensität der Erkrankung wächst demnach mit dem Alter der Nadel. An den Nadeln selbst macht sich die Krankheit im Frühjahr zunächst durch das Auftreten von grünlich-gelben Verfärbungen bemerkbar, die zuerst fleckenweise in Erscheinung treten, bald jedoch die ganze Nadelfläche einnehmen. Sehr charakteristisch für die Diagnose der Krankheit sind die im Laufe des Sommers an der Unterseite der Nadeln, parallel zur Mittelrippe derselben, längs der beiden Spaltöffnungslinien erscheinenden kleinen schwarzen Pünktchen (vgl. Abb. 4),

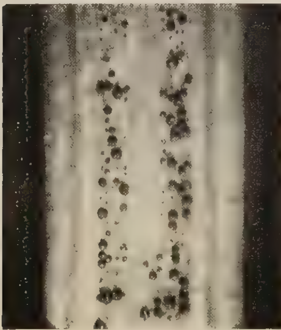


Abb. 4. Perithecien von *Adelopus* auf der Unterseite der Nadeln von Douglastannen. Vergr. etwa 24 fach.

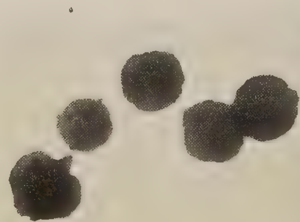


Abb. 5. Perithecien von *Adelopus* auf Douglastannen in der Auf- und Seitenansicht. Vergr. etwa 153 fach.

die die Fruchtkörper des Pilzes, die Perithecien, darstellen. Sie stehen je nach der Stärke des Befalles bzw. dem Alter der Nadel mehr oder weniger dicht beisammen und sind im August, September des der Infektion folgenden Jahres soweit entwickelt, daß sie zu dieser Zeit auch schon mit unbewaffnetem Auge sichtbar sind.

5. Mikroskopisches Bild der *Adelopus*-Erkrankung.

Die Perithecien lassen sich mit dem Skalpell leicht von der Unterlage abheben und zeigen bei Beobachtung unter stärkerer Vergrößerung in der Aufsicht eine kugelförmige, in der Seitenansicht eine ebenfalls mehr rundliche, auf der der Nadel zugekehrten Seite eine etwas abgeplattete, in ein Zäpfchen auslaufende Gestalt (vgl. Abb. 5). Die Größe der Perithecien war ziemlich schwankend. Die Messungen wurden an in Wasser liegenden, reifen Perithecien, die von Material aus dem Seuchenherd stammten, durchgeführt. Es wurden je 53 Höhen- und

Breitenmessungen der Perithecien in der Aufsicht und Seitenansicht vorgenommen. Im Durchschnitt betrug der Höhen- und Breitendurchmesser der Perithecien in der Aufsicht 62 μ, in der Seitenansicht konnte die Höhe der Perithecien durchschnittlich mit 53 μ, die Breite mit 58 μ festgestellt werden. Innerhalb der durchgeführten Messungen konnte in den Größenverhältnissen der Perithecien nachfolgende Häufigkeit festgestellt werden:

A. Perithecien in der Aufsicht:

a) Höhendurchmesser:

12 Messungen ergaben	38—52 μ
28 ,, ,,	55—70 μ
13 ,, ,,	73—87 μ

b) Breitendurchmesser:

14 Messungen ergaben	38—52 μ
26 ,, ,,	55—70 μ
13 ,, ,,	73—87 μ

B. Perithecien in der Seitenansicht.

a) Höhendurchmesser (ohne Zäpfchen):

9 Messungen ergaben	35—44 μ
30 ,, ,,	46—58 μ
14 ,, ,,	61—73 μ

b) Breitendurchmesser:

9 Messungen ergaben	38—49 μ
32 ,, ,,	52—64 μ
12 ,, ,,	67—78 μ.

Die Perithecien sind schwarzbraun bis schwarz gefärbt und besitzen an der Spitze ein meist undeutliches Ostiolum. Die Konsistenz der Fruchtkörper ist lederig und zäh, ihre Wandung besteht aus mehreren Lagen von rundlich-polygonalen, braunen Zellen. An der Peripherie des Peritheciums sind mitunter vereinzelt Mycelfäden zu beobachten. Das am Grunde des Peritheciums angesetzte Zäpfchen besteht aus gleichartig geformten und gefärbten Zellen wie die Wand des Fruchtkörpers und besitzt, gemessen[1]) an 53 Perithecien in der Seitenansicht, eine Länge von durchschnittlich 9,5 μ, minimalste Messung 6 μ, maximalste 14,5 μ und eine Breite, gemessen unmittelbar an der Ansatzstelle am Grunde des Peritheciums, von durchschnittlich 11,5 μ, minimalste Messung 6 μ, maximalste 17,5 μ.

Im Querschnitt der Nadel ist zu erkennen, daß die Perithecien mit den Zäpfchen in das Wirtspflanzengewebe eindringen (vgl. Abb. 6).

[1]) Diese Messungen wurden gleichfalls an in Wasser liegenden Perthecien vorgenommen.

Diese gelangen regelmäßig in den bei der Douglastanne in die Epidermis eingesenkten Spaltöffnungen zur Ausbildung und reichen, den Vorhof vollkommen ausfüllend, bis zu den Schließzellen. Gegen das Nadelinnere setzt sich das Zäpfchen, wie an einigen Schnitten sehr schön beobachtet werden konnte, mit einem etwa 3 μ bis 4 μ dicken Myzelfaden fort, der die Verbindung des Fruchtkörpers mit den in der Nadel verlaufenden Myzelfäden herstellt. Im Nadelquerschnitt (Hand- und Mikrotomschnitte[1]) durchgeführte Messungen des Zäpfchens (30 an der Zahl) ohne Perithecium sowie in Verbindung mit demselben haben eine Länge des Zäpfchens, gemessen vom Außenrand der Epidermis bis zu den Schließzellen, von durchschnittlich 12 μ, minimalste Messung 8,5 μ, maximalste 16 μ ergeben, was mit den Messungen des Zäpfchens am Perithecium als fast übereinstimmend angesehen werden kann. Die Breite wurde in diesen Fällen am unteren Ende, an der Spaltöffnungsseite gemessen und war entsprechend der konischen Gestalt des Zäpfchens im Vergleich zu den früheren Messungen naturgemäß geringer, sie betrug durchschnittlich 7 μ, die minimalste Messung 6 μ, die maximalste 10 μ.

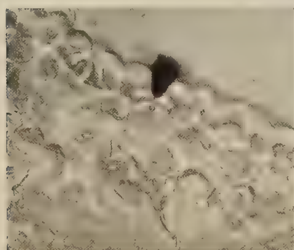


Abb. 6. Zäpfchen des Peritheciums von *Adelopus* in die Spaltöffnung der Douglasiennadel eingesenkt. Handschnitt, Vergr. etwa 247 fach.

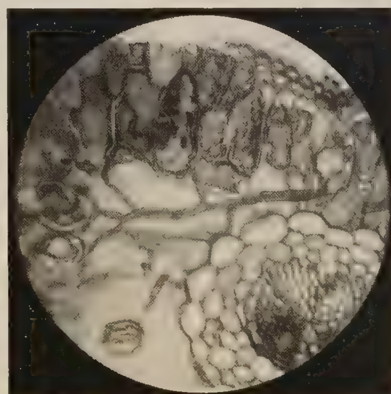


Abb. 7. Verlauf sehr starker Myzelfäden von *Adelopus* im Innern einer Douglasiennadel. Mikrotomschnitt, gefärbt mit Gentianaviolett, Vergr. etwa 153 fach.

Im Querschnitt erkrankter Nadeln konnte weiter ungemein reichliches Myzel festgestellt werden. Die Ausbreitung desselben in der Nadel konnte an in Kanadabalsam eingeschlossenen und mit Gentianaviolett gefärbten Mikrotomschnitten, wodurch das Myzel sehr klar hervortritt, genau verfolgt werden. Das Myzel lebt meist interzellular und breitet sich vorwiegend im pallisaden- und schwammartigen Parenchym der

[1]) Einschlußmittel Glyzerin bzw. Kanadabalsam.

Nadel aus. Die Myzelfäden erreichen oft eine beträchtliche Dicke (vgl. Abb. 7), im Durchschnitt von 140 Messungen betrug diese 5 μ, die minimalste Messung 2 μ, die maximalste 8,5 μ.

Ein sicherer und einwandfreier Beweis dafür, daß der mit den bisher erwähnten makroskopischen und mikroskopischen Krankheitssymptomen an der Douglastanne in Erscheinung tretende Pilz in die Gattung *Adelopus* einzureihen ist, war erst nach Auffindung von Schläuchen und Sporen gegeben. Gerade letzteres stieß jedoch auf beträchtliche Schwierigkeiten, und erst nach langer Untersuchung des sehr reichlich aus dem Befallsgebiet eingesendeten Materials gelang es, für eine sichere Diagnose geeignete, gut entwickelte Perithecien aufzufinden. Die Asci entstehen am Grunde des Peritheciums, wie an dem ebenfalls mit Gentianaviolett gefärbten Schnitt durch das Perithecium zu erkennen ist (vgl. Abb. 8).

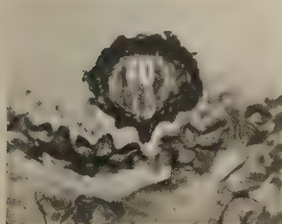


Abb. 8. Perithecium von *Adelopus* auf Douglasiennadel im Querschnitt mit Asci. Mikrotomschnitt, gefärbt mit Gentianaviolett, Vergr. etwa 247 fach.

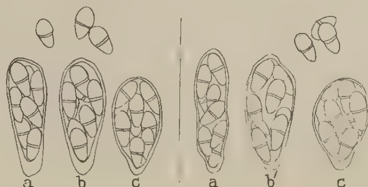


Abb. 9. Verschiedene Formen der Asci mit Ascosporen a′, b′, c′, von *Adelopus* auf *P. Douglasii*, nach frischem Material gezeichnet, a, b, c, von *Dimerosporium balsamicolum* (Peck) E. u. E. auf *Abies balsamea* (Material Cambridge), nach Herbarmaterial gezeichnet, Vergr. etwa 458 fach.

Die Schläuche selbst sind von zylindrischer, keulenförmiger oder bauchförmiger Gestalt und sind sehr kurz gestielt; Paraphysen sind nicht vorhanden. Die Länge der Schläuche betrug im Durchschnitt von 52 Messungen[1]) 36 μ, ihre Breite, gemessen an der weitesten Stelle, 10 μ (vgl. Abb. 9 a′, b′, c′). Die Größenverhältnisse der Schläuche verteilten sich hier auf die durchgeführten Messungen wie folgt:

a) Ascus-Länge:

14 Messungen ergaben	29—33 μ
25 „ „	35—38 μ
13 „ „	41—52 μ

b) Ascus-Breite:

25 Messungen ergaben	9—10 μ
27 „ „	11,5—13 μ.

[1]) Die Messungen beziehen sich auf in Wasser liegende Schläuche bzw. Sporen.

In den Schläuchen gelangen 8 hyaline, zweizellige, an den Enden etwas zugespitzte und in der Mitte leicht eingeschnürte Sporen zur Ausbildung, deren obere Zelle etwas breiter ist. Die Länge der Ascosporen kann auf Grund von 53 durchgeführten Messungen[1]) mit durchschnittlich 13,5 μ, die Breite mit 3 μ angegeben werden (vgl. Abb. 9 a′ b′ c′).

Von diesen 53 Messungen ergaben
13 eine Länge der Ascosporen von 9—11,5 μ
40 „ „ „ „ „ 13—14,5 μ.

Die Verteilung in den Breitenmaßen zeigte folgendes Bild:
47 Messungen ergaben eine Breite von 3 μ
6 „ „ „ „ „ 3,5—4,5 μ.

6. Vergleich von *Adelopus* sp. auf *Pseudotsuga Douglasii* mit *Adelopus balsamicola* auf *Abies balsamea*.

Wie eingangs erwähnt, ist aus der Gattung *Adelopus*, die von Theissen (7) in die Familie der *Capnodiaceae* eingereiht wurde und nach Ansicht von Wilson und Waldie (15) eher der Familie der *Sphaeriaceae* näher steht, eine Art bekannt, *Adelopus balsamicola*, welche ursprünglich auf den Nadeln von *Abies balsamea* in Nordamerika aufgetreten ist. Es steht nun die Frage zur Beantwortung, ob auf Douglastanne dieselbe *Adelopus*-Art auftritt bzw. ob zwischen dem auf der Douglastanne und dem auf *Abies balsamea* auftretenden *Adelopus* in morphologischer Hinsicht Unterschiede bestehen oder nicht. Das notwendige Vergleichsmaterial wurde mir freundlicherweise vom botanischen Museum in Stockholm (ex Herb. Sydow, *Asterina nuda* (Peck) auf *Abies balsamea*) und durch Vermittlung des botanischen Museums in Wien (Hofrat Dr. K. Keißler) aus dem Farlow Herbarium der Horvard-Universität in Cambridge, U.S.A. (ex Herb. Ellis, *Dimerosporium balsamicolum* (Peck) E. u. E. auf *Abies balsamea*) zur Verfügung gestellt[2]).

Was zunächst das an den Nadeln von *Abies balsamea* in Erscheinung tretende makroskopische Krankheitsbild anlangt, so gleicht dieses insoweit vollkommen dem an Douglastanne auftretenden, als auch hier an der Unterseite der Nadeln, parallel zu den beiden Spaltöffnungslinien, die als schwarze Pünktchen gerade noch mit freiem Auge sichtbaren Perithecien zu beobachten waren (vgl. Abb. 10). Desgleichen war kein Unterschied in der Konsistenz der Fruchtkörper zu konstatieren, während die Farbe derselben, namentlich im gequetschten Zustand, etwas mehr rotbraun war. Die Gestalt der Perithecien war von

[1]) Die Messungen beziehen sich auf in Wasser liegende Schläuche bzw. Sporen.

[2]) Es ist mir eine angenehme Pflicht, auch an diesem Orte den betreffenden Stellen für ihr Entgegenkommen meinen besten Dank auszusprechen.

den auf der Douglastanne gebildeten insofern etwas verschieden, als meist eine parallel zur Matrix ausgeprägtere elliptische Gestalt vorherrschend war, wodurch die Auflage des Peritheciums wesentlich breiter wurde. Jene Seite, mit der die Fruchtkörper der Unterlage aufliegen, war mehr oder weniger eben ausgebildet, wogegen die Auflagseite der Perithecien auf der Douglastanne eine wellige Oberfläche aufwies. Weiter konnten auch in den Größenverhältnissen gewisse Verschiedenheiten beobachtet werden. Einige an dem Stockholmer Vergleichsmaterial durchgeführte Messungen haben eine Höhe der Perithecien von etwa 60 μ bis 75 μ und eine Breite von etwa 70 μ bis 100 μ ergeben. In der Höhe derselben sind also gegenüber den Messungen der Perithecien an der Douglastanne keine deutlichen und gesicherten Unterschiede festzustellen, wohl aber in den Breitemaßen, die die betontere elliptische Gestalt zum Ausdruck bringen. Die Asci sowie die Ascosporen zeigten in Gestalt, Aussehen und Größe, verglichen mit jenen auf der Douglastanne gebildeten, keine Unterschiede (vgl. Abb. 9 a, b, c).

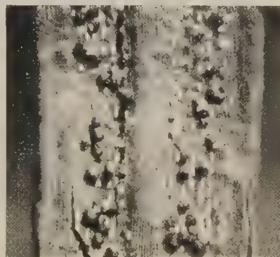


Abb. 10. Perithecien von *Dimerosporium balsamicolum* auf der Unterseite der Nadeln von *Abies balsamea* (Material Cambridge). Vergr. etwa 26 fach.

Die Fruchtkörper des *Adelopus*-Pilzes auf *Abies balsamea* waren gleichfalls in die Epidermis eingesenkt. Jedoch kann hier nicht bloß von einem in die Epidermis eingesenkten Zäpfchen (vgl. S. 179)

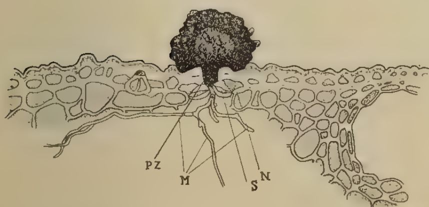


Abb. 11. Perithecium-Anlage von *Adelopus* auf *P. Douglasii*, nach frischem Material gezeichnet, Vergr. etwa 183 fach. M = Myzel, S = Schließzellen, N = Nebenzellen, PZ = Perithecium-Zäpfchen.

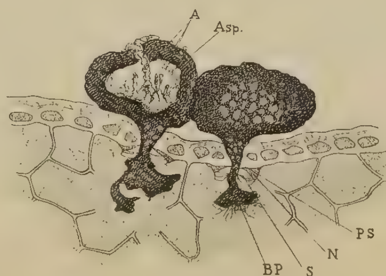


Abb. 12. Perithecium-Anlage von *Asterina nuda* auf *Abies balsamea*, nach Herbarmaterial (Stockholm) gezeichnet, Vergr. etwa 183 fach. A = geschrumpfte Asci, Asp = Ascosporen, PS = Perithecien-Stiel, N = Nebenzellen, S = Schließzellen, BP = Basalplatte.

gesprochen werden, sondern infolge der viel mächtigeren Ausbildung desselben scheint die von Theissen (6) gebrauchte Bezeichnung „Perithecienstiel" gerechtfertigt (vgl. Abb. 11 und 12). Wie an dem Stockholmer Vergleichsmaterial sehr typisch beobachtet und in Abbildung 12 wiedergegeben ist, kommt es schon im Nadelparenchym durch innige Verflechtung von Myzelfäden zur Ausbildung einer dunkelbraunen Basalplatte, die sich dann mehr oder weniger stielförmig verjüngend bis an die Oberfläche der Epidermis fortsetzt, um sodann dort den Fruchtkörper zu bilden. An dem aus Cambridge zur Verfügung stehenden Material konnte beobachtet werden, daß es nicht immer zur Ausbildung einer Basalplatte kommt, sondern daß ähnlich wie bei den Fruchtkörpern auf der Douglastanne (vgl. Abb. 11) nur ein oder mehrere Myzelfäden bis zu den Schließzellen der Spaltöffnungen verlaufen und sich dann als verdichtetes Myzel bis an die Nadeloberfläche fortsetzen



Abb. 13. Perithecienstiel ohne Basalplatte von *Dimerosporium balsamicolum* auf *Abies balsamea*, nach Herbarmaterial (Cambridge) gezeichnet, Vergr. etwa 183 fach. M = Myzel, PS = Perithecien-Stiel.

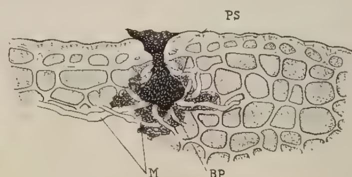


Abb. 14. Perithecienstiel mit Basalplatte, selbe Nadel wie Abb. 13, Vergr. etwa 183 fach. M = Myzel, PS = Perithecien-Stiel, BP = Basalplatte.

(vgl. Abb. 13 und 14). Aber auch in diesen Fällen war der in das Wirtspflanzengewebe eingesenkte Teil der Fruchtkörper fast doppelt so lang als bei jenen auf der Douglastanne. Wesentlich länger war hingegen der Perithecienstiel dort, wo er sich aus einer basalen Myzelverdichtung (Basalplatte) erhob, wie dies bei dem Stockholmer Material der Fall war. Hier hatte der Perithecienstiel, gemessen von der Epidermis bis zur Basalplatte, eine Länge von etwa 30—43 μ aufzuweisen. Die Breite des Stieles in der Mitte, ungefähr in der Nähe der Schließzellen, betrug im Durchschnitt etwa 9 μ.

Zusammenfassend muß zunächst grundsätzlich festgestellt werden, daß die eigentlichen Fruktifikationsorgane, die Ausbildung der Asci und der Ascosporen in den Perithecien auf beiden Nährpflanzen in jeder Beziehung, in Form, Gestalt und Größe vollkommen identisch sind. Durch diese Feststellung kann es nunmehr wohl als erwiesen gelten, daß als Erreger der Schütteerkrankung auf beiden Nährpflanzen dieselbe Art des Pilzes, *Adelopus balsamicola* (Peck) Theiss. in Betracht kommt. Die im Vorigen gegebene Beschreibung des *Adelopus*-Pilzes auf *Abies*

balsamea stimmt mit jenen in der Literatur zu findenden Diagnosen dieses Pilzes gut überein. Theissen (6, S. 73) beschrieb den fraglichen Pilz unter dem Namen *Cryptopus nudus* (Peck) Theiss. wie folgt:

Perithecia applanato-globosa vel elliptica, 60—70 μ alta, 85—120 μ diam., atra, nigra, stipite 40 μ longo, 8—10 μ crasso. Asci aparaphysati, clavati vel cylindracei vel ventricosuli, 35—48 × 10 μ. Sporae hyalinae, medio septatae, distichae, 10—12 × 3—3½ μ, cellula superiore paullo latiore. Reliqua ut supra.

Die von Wilson und Waldie (15) im Jahre 1928 von *Adelopus balsamicola* (Peck) Theiss. angeführte Beschreibung weicht in den Maßen von der vorigen nur sehr geringfügig ab. Nach diesen Autoren sind die Perithecien 70—80 μ hoch, 90—120 μ im Durchmesser. Die Asci haben eine Größe von 36—50 μ × 12—15 μ, die Ascosporen 10—12 μ × 3—4 μ.

Verschiedenheiten zwischen dem auf beiden Nährpflanzen auftretenden *Adelopus*-Pilz waren im Wesen nur in der Perithecienbildung, in äußerer, rein gestaltlicher Beziehung und in der Art der Verankerung der Fruchtkörper im Nährsubstrat festzustellen. Diese morphologischen Abweichungen in der Fruchtkörperausbildung werden erklärlich, wenn der anatomische Bau der Nadeln beider Nährpflanzen berücksichtigt wird.

Wenn wir Nadelquerschnitte von *Abies balsamea* und *Pseudotsuga Douglasii* vergleichen, können wir zunächst die unebene, wellig geformte Außenwand der Epidermis der Douglastanne und die hingegen mehr ebene, geradlinig ausgebildete Epidermis-Außenwand von *Abies balsamea* wahrnehmen. Daraus leitet sich die mehr oder weniger ebene Auflage der Perithecien auf *Abies balsamea* und die unebene Auflage derselben auf *Pseudotsuga Douglasii* ab, indem im letzteren Falle die Perithecienwandung so ausgebildet ist, daß die vorhandenen Unebenheiten der Epidermis ausgefüllt werden (vgl. Abb. 11 und 12). Weiter können wir Unterschiede in der Dicke der Epidermis und der Tiefe der Einsenkung der Stomata feststellen. Die Außenwand der Epidermiszellen der Douglasiennadel ist, wie erwähnt, verschieden stark vorgewölbt, wodurch sich eine verschiedene Zellgröße ergibt. Die Epidermiszellen mit stark vorgewölbter Außenwand haben eine Breite von etwa 21 μ, diejenigen mit schwach oder nicht vorgewölbter Außenwand eine solche von etwa 14 μ. Im Gegensatz hiezu weisen die Epidermiszellen von *Abies balsamea* entsprechend ihrer ebenen Ausbildung eine gleichmäßige Breite von etwa 23—26 μ auf. Gleichlaufend mit der Epidermisdicke ist auch die Einsenkungstiefe der Schließzellen verschieden; diese beträgt bei den Douglasiennadeln 8,5—13 μ, bei den Nadeln von *Abies balsamea* 23—26 μ. Diese beiden letztgenannten anatomischen Abweichungen im Bau der Nadel von *A. balsamea* und *P. Douglasii* bestimmen wohl maßgeblich die Art und Weise der Verbindung bzw. Verankerung der Perithecien auf bzw. in dem Nährsubstrat. Die im Vergleich zu *Abies*

balsamea geringere Dicke der Epidermiszellen von *P. Douglasii*, sowie die seichtere Lage der Spaltöffnungen bedingen die nur geringe, zäpfchenartige Einsenkung der Perithecien in die Nährpflanze, die vollkommen ausreichend ist, um die Verbindung zwischen Nadelinnerem und Fruchtkörper herzustellen. Anders hingegen liegen die Verhältnisse bei *A. balsamea*; hier macht die breitere Epidermis sowie die tiefere Einsenkung der Spaltöffnungen von vornherein eine mächtigere Ausbildung des Perithecium-Zäpfchens erforderlich, was sich, wie vor allem das Stockholmer Material zeigt, soweit steigern kann, daß tatsächlich von einem Perithecienstiel gesprochen werden kann. Für die Ursache der Ausbildung der Basalplatte jedoch sind keine greifbaren Anhaltspunkte vorhanden.

Wir sehen also, daß in der Art der Ausbildung der Perithecien eine morphologische Anpassung des Parasiten an die gegebenen besonderen anatomischen Verhältnisse der Wirtspflanze vorliegt. Mit Rücksicht auf diese andersartige Ausbildung der Perithecien auf Douglastanne scheint es mir wohl gerechtfertigt zu sein, von einer Form des Pilzes *Adelopus balsamicola* auf *Pseudotsuga Douglasii* zu sprechen, und ich schlage für denselben die Bezeichnung *Adelopus balsamicola* (Peck) Theiss. ***f. Douglasii nova forma*** vor. Im folgenden sei die mikroskopische Diagnose dieses Pilzes gegeben:

Perithecien dunkelbraun bis schwarz, lederig und zäh, mehr oder weniger rund, an der der Nadel zugekehrten Seite etwas abgeplattet, in der Aufsicht meist 55—70 μ hoch und breit, in der Seitenansicht meist 46—58 μ hoch und 52—64 μ breit. Der basale Teil des Peritheciums in ein, den Vorhof der Spaltöffnung erfüllendes, 8,5—16 μ langes und 6—10 μ breites Myzel-Zäpfchen auslaufend. Ostiolum undeutlich, Myzel hauptsächlich interzellular, ektophytisch sehr wenig Myzel. Paraphysen fehlen, Schläuche grundständig, hyalin, zylindrisch, keulenförmig oder bauchförmig, meist 35—38 μ lang und 9—13 μ breit, achtsporig. Sporen hyalin, zweizellig (die obere Zelle etwas breiter), meist 13—14,5 μ lang und 3 μ breit. *Peritheciis* obscure-brunneis, usque ad nigris, coriaceis et tenacibus, ± rotundatis, basi sub applanatis et ibi in appendicem centralem, vestibulum stomatum explentem, 8,5—16 μ longum et 6—10 μ latum excurrentibus. Diametro 55—70 μ metiendibus et 46—58 μ altis. Ostiolo inconspicuo. Mycelio inprimis intercellulari, paullo ectophytico. Paraphysibus nullis. Ascis hyalinis, cylindricis, claviformibus vel ventricosis, 8-Sporis, ca. 35—38 μ longis et 9—13 μ latis. Sporis hyalinis, 1-septatis, (cellula superiore paullo latiore), ca. 13—14,5 μ longis et 3 μ latis.

Hab. in pagina inferiore acuum Pseudotsugae Douglasii prope Koblach ad Feldkirch in Voralbergia Austriae (Exempl. Herb. Musei Hist. Natur. Wien).

Durch die vorliegenden Untersuchungen erscheint nun in der vorhin gekennzeichneten Weise die Frage der morphologischen Ausbildung des *A. balsamea* und *P. Douglasii* bewohnenden *Adelopus*-Pilzes aufgeklärt zu sein und es wird weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, festzustellen, ob und inwieweit auch in physiologisch-biologischer Hinsicht zwischen diesen auf beiden Nährpflanzen vorkommenden Pilzen Verschiedenheiten bestehen.

7. Zusammenfassung.

1. Nach einer Einleitung über die Heimat der Douglastanne, über ihre bei uns hauptsächlich vorkommenden Formen und die Vorteile und Vorzüge dieser Exote in forstlicher Hinsicht, wird über die bisher in Europa aufgetretenen parasitären Krankheiten der Douglastanne eine genaue Übersicht gegeben.

2. In eingehender Darstellung wird sodann die geographische Lage des *Adelopus*-Seuchenherdes (vgl. Abb. 1), Art und Weise des Auftretens und die Verbreitung des *Adelopus*-Pilzes in Österreich sowie seine vermutliche Einschleppung gekennzeichnet.

3. Das makroskopisch in Erscheinung tretende Krankheitsbild ist durch eine Entnadelung der Äste und Zweige vom Stamme her, an den Nadeln selbst durch grünlichgelbe Verfärbungen und an der Unterseite derselben, parallel den beiden Spaltöffnungslinien, durch das Auftreten von kleinen, mit unbewaffnetem Auge gerade noch sichtbaren, schwarzen Punkten (Perithecien) charakterisiert (vgl. Abb. 2, 3 und 4).

4. Bezüglich des mikroskopischen Krankheitsbildes verweise ich auf die S. 184 zusammenfassend gegebene Diagnose des *Adelopus*-Pilzes auf Douglastannen (vgl. Abb. 5, 6, 8 und 9 a′, b′, c′).

5. Vergleichende mikroskopische Untersuchungen des *Adelopus*-Pilzes auf *P. Douglasii* und *A. balsamea* haben ergeben, daß in der Ausbildung der Fruktifikationsorgane, der Asci und der Ascosporen, kein Unterschied besteht (vgl. Abb. 9 a, b, c und a′, b′, c′). Hingegen zeigten sich in der Gestalt der Perithecien sowie in der Art der Verankerung derselben im Nährsubstrat gewisse Verschiedenheiten. Die Perithecien auf *P. Douglasii* hatten eine mehr rundliche Form und eine wellige Auflage, auf *A. balsamea* dagegen eine mehr elliptische Gestalt und eine vollkommen ebene Auflage. Der basale Teil der Perithecien des *Adelopus*-Pilzes auf *P. Douglasii* läuft in ein den Vorhof der Spaltöffnungen erfüllendes, bis zu den Schließzellen reichendes, 8,5—16 μ langes Zäpfchen aus, wogegen auf *A. balsamea* die Ausbildung eines, mitunter aus einer Basalplatte sich erhebenden, 30—43 μ langen Perithecienstieles beobachtet werden konnte (vgl. Abb. 6, 11, 12, 13 und 14). Diese äußeren morphologischen Abweichungen in der Fruchtkörper-

bildung konnten, bedingt durch gewisse anatomische Verschiedenheiten im Bau der Nadeln beider Nährpflanzen, auf die Art der Ausbildung der Epidermisaußenwand, Dicke der Epidermis und Einsenkungstiefe der Spaltöffnungen zurückgeführt werden.

6. Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen wurde eine Form des Pilzes *Adelopus balsamicola* auf Douglastanne, *Adelopus balsamicola* (Peck) Theiss. f. *Douglasii*, n. f. aufgestellt.

Schriftenverzeichnis.

1. Gäumann, E., Über eine neue Krankheit der Douglasien. Schweiz. Ztschr. f. Forstw., Jahrg. 1930, S. 63.
2. Hahn, G., *Phomopsis conorum* (Sacc.) Died. an old fungus of the Douglas fir and other conifers. Transact. British Myc. Soc., Bd. 13, 1928, S. 278.
3. Maublanc, A., Sur la maladie des sapins produite par le Fusicoccum abietinum. Bull. Soc. Myc. France, XXIII, 1907, S. 171.
4. Petrak, F., Mykologische Notizen. Ann. Mycol. Jahrg. XXIII, 1925, S. 50.
5. Steiner, H., Eine neue Krankheit der Douglasien in Österreich. Wr. Allgem. Forst- u. Jagdztg., Nr. 25, 1934.
6. Theißen, F., Über Polystomella, Microcyclus u. a. Ann. Mycol., Bd. XII., 1914, S. 72.
7. Theißen, F., und Sydow, H., Synoptische Tafeln. Ann. Mycol., Bd. XV, 1917, S. 471.
8. Trendelenburg, R., Eine neue Krankheit der Douglasie. Allgem. Forst- u. Jagd-Zeitg., Jahrg. 105, 1929, S. 233.
9. v. Tubeuf, C., Pflanzenpathologische Bilder und Notizen aus den nordamerikanischen Wäldern. Naturw. Ztschr. f. Forst- u. Landw., Jahrg. 12, 1914, S. 89.
10. v. Tubeuf, C., Eine neue Krankheit der Douglastanne. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz, Bd. 38, 1928, S. 70.
11. v. Tubeuf, C., Auskunft über Douglasienkrankheiten. Ztschr. f. Pflanzenkr. u. Pflanzensch., Bd. 41, 1931, S. 253.
12. v. Tubeuf, C., Rhabdocline-Erkrankung an der Douglasie und ihre Bekämpfung. Ztschr. f. Pflanzenkr. u. Pflanzensch., Bd. 42, 1932, S. 417.
13. Weir, J. R., A needle blight of Douglas fir. Agricult. Res., Bd. X, 1917. (zitiert nach v. Tubeuf, Zeitschr. Pflanzenkr. u. Pflanzensch., Bd. 40, S. 313, 1930.)
14. Wilson, M., und Hahn, G., The identity of Phoma pitya Sacc., Phoma abietina Hart. and their relation to Phomopsis pseudosugae Wilson. Transact. British Myc. Soc., Bd. 13, 1928, S. 261.
15. Wilson, M., und Waldie, J., Notes on new or rare forest fungi. Transact. British Myc. Soc., Bd. 13, 1928, S. 151.
16. Wilson, M., und Wilson, Mary, J. F., *Rhabdocline Pseudotsugae* Syd., eine neue Krankheit der Douglastanne in Schottland. Transact. Royal Scottisch Arboriculturae Soc., 1926. (Zitiert nach v. Tubeuf), Ztschr. Pflanzenkr. u. Pflanzensch., Bd. 40, 1930, S. 313.
17. Zimmermann, A., Untersuchungen über das Absterben des Nadelholzes in der Lüneburger Heide. Ztschr. f. Forst- u. Jagdw., Jahrg. 40, 1908, S. 357.

Beobachtungen über das Auftreten der Kräuselkrankheit (Taphrina deformans) an Pfirsichen.

Mit 2 Abbildungen.

Von W. Schäfer.

In der Literatur (1, 2, 4) findet man allgemein, daß der Erreger der Kräuselkrankheit an Pfirsichen, der Pilz *Taphrina deformans*, durch ein überwinterndes Mycel in der Rinde, dem Mark und den Markstrahlen fortbesteht und so jährlich neuen Befall hervorruft, indem das Mycel



Abb. 1. Aufn. Dr. Panzer 20. 6. 36. Pfirsichsämling Nr. 29. Linker Trieb war eingebeutelt und blieb kräuselfrei. Einige Blätter haben kleine Deformationen, die durch spätere Infektionen entstanden, ohne sich zu vergrößern.



Abb. 2. Aufn. Dr. Panzer 20. 6. 36. Pfirsichsämling Nr. 2. Linker Trieb war eingebeutelt und blieb kräuselfrei. Nicht so anfällig wie Nr. 29.

beim Austreiben der Bäume in die Blätter und Blüten wächst, um auf ihnen die Sporen (Ascosporen) zu bilden. Laubert schreibt dagegen in Sorauer (3) noch, „Die Infektion scheint hauptsächlich während des Aufbrechens der Knospen durch überwinternde Sporen zu erfolgen. Geschieht sie später, wenn die Blätter eine gewisse Größe erreicht haben, so sind die entstehenden Deformationen weniger umfangreich“.

In diesem Jahre machte ich in einer hiesigen fünfjährigen Pfirsichsämlings-Population Beobachtungen, die die Angaben im Sorauer zu bestätigen scheinen. Am 5. Mai, kurz vor dem Aufbrechen der Knospen, wurde an 35 Sämlingen je ein Trieb für Zuchtzwecke in eine Pergamintüte eingebeutelt. Die Blütezeit setzte allgemein am 9. Mai ein und dauerte bis zum 16. Mai. Die Tüten blieben aber noch 10 Tage, bis zum 26. Mai über den Zweigen. Jeder Trieb war somit drei Wochen eingebeutelt gewesen. In dieser Zeit hatten sich alle Pflanzen belaubt — der Pfirsich blüht bekanntlich vor der Blattentfaltung — natürlich auch die Triebe in den Tüten. Am 5. Juni sah ich mir die Sämlinge wieder an und konnte zu meinem Erstaunen einen starken Kräuselbefall feststellen. Nur das Laub aller eingebeutelter Triebe war bei der Abnahme der Beutel (26. Mai) frei von der Krankheit. Es blieb auch fernerhin kräuselfrei, wie aus den Aufnahmen 1 und 2 die am 20. Juni, 25 Tage nach dem Entfernen der Tüten, gemacht wurden, ersichtlich ist.

Nur einzelne Blätter (Abb. 1) wiesen kleine deformierte Stellen auf, die durch spätere Infektionen entstanden sind. Sie vergrößerten sich nicht.

Die gleiche Beobachtung wurde 35 mal gemacht. Berücksichtigt man noch, daß eine Spritzbehandlung der Bäume bekanntlich nur Erfolg hat, wenn sie kurz vor dem Austrieb (2, 4) erfolgt, so kann man schließen:

1. Die Kräuselkrankheit wird, wenn überhaupt durch überwinterndes Mycel, so sicherlich in gleichem Umfange durch überwinternde Sporen während des Aufbrechens der Knospen verbreitet.
2. Von einem gewissen Stadium der Blattentwicklung ab löst die Infektion nur noch wenig umfangreiche Deformationen aus.

Die in der Praxis erprobte Bekämpfung, kurz vor dem Austrieb zu spritzen, ist in ihrer Zweckmäßigkeit durch diese Beobachtungen begründet.

Schrifttum-Nachweis.

1. Eriksson, J. „Die Pilzkrankheiten der Garten- und Parkgewächse“. Stuttgart: Franckh'sche Verlagshandlung 1928.
2. Lüstner, G. „Die wichtigsten Krankheiten und Feinde der Obstbäume, Beerensträucher und des Strauch- und Schalenobstes“. Stuttgart: Eugen Ulmer 1924.
3. Sorauer, P. „Handbuch der Pflanzenkrankheiten Bd. II, 1. Teil“. Berlin: P. Parey 1928.
4. Trenkle, R. „Neuzeitlicher Pfirsichbau für Erwerb und im Hausgarten“. Frankfurt (Oder)-Berlin: Trowitzsch & Sohn 1932.

Berichte.

I. Allgemeines, Grundlegendes und Umfassendes.

Methoden der experimentellen Untersuchung mykotropher Pflanzen. Von Elias Melin, Uppsala. Abderhaldens Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden, Lfg. 455 (Ernährung u. Stoffwechsel der Pflanzen), Abt. XI, Teil 4, Heft 6, 1936. Verl. Urban und Schwarzenberg, Berlin-Wien, S. 1015—1108, mit 24 Abb. Pr. br. 5 Mk.

Melin, der zu den ersten Erforschern der Mykorrhizen und anderer Mykotrophien der Pflanzen gehörte, welcher diese komplizierten Erscheinungen mit ganz exakten Methoden angriff und durchführte, hat jetzt, da ein gewisser Abschnitt dieser Untersuchungen erreicht ist, einen trefflichen Überblick über den derzeitigen Stand gegeben. Das heißt, er hat nicht etwa eine Zusammenfassung der Resultate bisheriger Arbeiten verfaßt, sondern den Werdegang derselben durch präzise Darstellung der fortschreitenden Arbeitsmethoden aller Forscher festgehalten. Seine Arbeit ist also für künftige Forschungen geschrieben, die sich die bisherigen Erfahrungen zu Nutzen machen sollen, um weitere Fortschritte zu erreichen; so wird sein Buch zu einer außerordentlichen Förderung der experimentellen Kultur- und Infektionsmethoden bei künftig zu erzeugenden Symbiosen der mykotrophen Pflanzenwelt werden. v. Tubeuf.

IV. Pflanzen als Schaderreger.

D. Unkräuter.

Kellner, E., Ackerwinden-Bekämpfung durch Luzerneanbau. Deutsche Landw. Presse **63**, 604, 1936, Nr. 48.

Ein stark mit Ackerwinde verseuchtes Stück wurde durch Luzerneanbau von Winde und auch von Ackerschachtelhalm und Ackerdistel restlos gesäubert. Todfeinde der Luzerne sind Quecke und Löwenzahn. Der Quecke geht Verfasser erfolgreich durch Anbau von Kartoffelsorten mit starkem Krautwuchs (z. B. Ackersegen) zuleibe. B. Rademacher.

Hopf, H., Ist es zweckmäßig, Wintersaaten zu eggen? Deutsche Landw. Presse **63**, 589, 1936, Nr. 47.

Das Eggen im Herbst braucht nur den winterharten Unkräutern zu gelten. Flachwurzelnde wie Vogelmiere und Ehrenpreisarten sind als junge Pflanzen gegen Eggen sehr empfindlich, festwurzelnde dagegen widerstandsfähig. Ist kein Eggenstrich im Herbst, der bei Frostgefahr zu unterbleiben hat, möglich, so bleibt Kalkstickstoff noch als guter Helfer gegen die bösartigsten Winterunkräuter wie Windhalm, Kornblume, Mohn u. a.

B. Rademacher.

Braun, Ackerwindenbekämpfung. Deutsche Landw. Presse **63**, 576, 1936. Nr. 46.

Der Verfasser bespricht die Bekämpfung der Ackerwinde nach Fruwirth durch Hack- und Pflugarbeit und Futterpflanzenbau sowie die Methode Wehsargs, nach der die Bekämpfung dann durchzuführen ist, wenn die unterirdischen Pflanzenteile von Nährstoffen weitgehend entleert und neue noch nicht gebildet sind. Die amerikanischen Spritzversuche mit Arsentrioxyd und Chloraten, besonders Natriumchlorat lassen für Kulturland noch kein endgültiges Urteil zu. Schwefelkohlenstoff wird überwiegend abgelehnt.

B. Rademacher.

Freckmann, Die Mitansaat von Würz- und Heilpflanzen auf Grünland. Deutsche Landw. Presse **63**, 541—542, 1936, Nr. 43.

Die früher vielfach und heute gelegentlich wieder empfohlene Mitansaat von Kümmel (*Carum carvi*), Schafgarbe (*Achillea millefolium*), Feldthymian (*Thymus Serpyllum*), Dost (*Origanum vulgare*), Minzearten (*Mentha* sp.), Frauenmantel (*Alchemilla vulgaris*), Wiesenknopfarten (*Sanguisorba officinalis* und *minor*), Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*), Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) und Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum*) auf Wiesen und Weiden wird als überwunden abgelehnt, da viele dieser an sich günstig wirkenden Kräuter leicht zu Unkräutern werden können. Bestenfalls kann man eine kleine, leicht kontrollierbare Fläche der Weide damit besäen.

B. Rademacher.

Wagner, H., Die Goldrute — Weidentod. Deutsche Landwirtschaftl. Presse **63**, 538, 1936, Nr. 43.

Solidago serotina Ait., der ,,Weidentod", hat sich zu einem gefährlichen Weidenschädling in Schlesien, Galizien und der Tschecho-Slowakei entwickelt. Die Verbreitung erfolgt durch Samen und Wurzelausläufer. Die Bekämpfung der bis 250 cm hoch werdenden Pflanze geschieht durch Verhinderung der Samenbildung und Entfernen der Wurzelstöcke während des Winters. Seit über 10 Jahren besteht eine Polizeiverordnung zur Vernichtung der Pflanze. In Nr. 48 (S. 604) der gleichen Zeitschrift bestätigt H. Kallbrunner die neuerliche Ausbreitung und die große Gefährlichkeit der Goldrute für Weiden und Jungbestände anderer Auwaldbäume in Österreich. Die Bekämpfung ist nach seinen Erfahrungen nur durch Anpflanzen von Weidenstecklingen möglich, die mehr als 1 m über den Boden ragen und durch rasches Wachstum die Goldrute unterdrücken.

B. Rademacher.

Buchli, M., Ökologie der Ackerunkräuter der Nordostschweiz. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz, Heft 19, Bern (Verlag Hans Huber), 1936 (354 S.).

Die umfangreiche Arbeit erhält ihren besonderen Wert dadurch, daß sie die Untersuchungen an den Ackerunkräutern eines eng begrenzten und nach Boden, Klima und Wirtschaftsweise scharf umrissenen Gebietes bewußt in dem großen Rahmen der allgemeinen Unkrautbiologie sieht. Gerade eine solche auf reichhaltigem und gründlich ausgewertetem Material aufgebaute Betrachtung gestattet es, manchen scheinbaren Widerspruch zusammenhangloser und unter ungleichen Voraussetzungen durchgeführter Einzeluntersuchungen zu lösen und die wahren Verhältnisse klar zu legen. Eine Besprechung der als verbesserte Dreifelderwirtschaft zu kennzeichnenden Wirtschaftsweise der untersuchten Kantone Schaffhausen, Zürich und Aargau, ihrer neutralen bis stark basischen Braunerde- und Humuskarbonatböden und des Klimas geht voraus. Nach eingehender Darlegung der Methodik wird die allgemeine Verbreitung der Ackerunkräuter im Untersuchungsgebiet in ihrer Abhängigkeit von Kulturart und Fruchtfolge, Dispersität und Wasserkapazität des Bodens, Kalkgehalt und Reaktion besprochen. Häufigkeit (Abundanz), Deckungsgrad (Dominanz) und Verteilungsart (Frequenz) von 205 Arten werden mit gleichsinnigen Untersuchungen Volkarts in schweizerischen Gebirgsgebieten verglichen. Während in der Artenzahl die annuellen und winterannuellen Samenunkräuter mit etwa drei Fünftel der Gesamtzahl deutlich überwiegen, kommen die Wurzelunkräuter diesen in der Frequenz fast gleich. Die zahlreichen Bestandesaufnahmen geben ein anschauliches Bild von der engen Lebensgemeinschaft mancher Unkräuter mit bestimmten

Kulturpflanzen, ihrer Abhängigkeit von den beiden Formen der Dreifelderwirtschaft (Roggenfruchtfolge und Sommerfruchtfolge) und von den physikalischen und chemischen Verhältnissen des Bodens. Da bei der großen Menge der Samenunkräuter der Unkrautsamenbestand des Bodens beträchtlich ist, wird diesem sowie den Keimungsverhältnissen der Unkrautsamen und den Faktoren, von welchen sie im allgemeinen und unter den besonderen Verhältnissen des Untersuchungsgebietes abhängen, ein inhaltsreiches Kapitel gewidmet. Unter den verschiedenen Wegen der Unkrautbekämpfung, die kurz besprochen werden, steht für das Untersuchungsgebiet die Lösung der Fruchtfolge aus ihrer Starrheit an der Spitze. Wegen der Fülle der aufschlußreichen Einzeluntersuchungen auf den genannten Gebieten muß auf das Buch selbst verwiesen werden. Der Verfasser zieht für seine breitangelegten Untersuchungen nicht nur die eigentliche Unkrautliteratur, sondern auch die sehr verschiedenartiger anderer Gebiete in gründlicher Weise heran.

B. Rademacher.

Meyer-Bahlburg, Fragen des Wintergerstenbaues. Deutsche Landw. Presse **63,** 463—464, 1936, Nr. 37.

Soweit der Verfasser sich mit der Unkrautfrage beschäftigt, ist bemerkenswert, daß er das Versagen der Wintergerste 1936 in Norddeutschland in erster Linie der Verunkrautung zuschiebt. Dazu trägt wesentlich die heute übliche Folge der Wintergerste auf Getreide bei. Abhilfe sieht der Verfasser in der ausschließlichen Verwendung von Kalkstickstoff statt der ,,zur Mode gewordenen leichtlöslichen Düngung". B. Rademacher.

V. Tiere als Schaderreger.

D. Insekten und andere Gliedertiere.

Kanervo, V. Kaalikoi (*Plutella maculipennis* Curt.) ristikukkaiskasvien tuholaisena suomessa. (Mit englischer Zusammenfassung). — Valtion maatalouskoetoiminnan julkaisuja **86** Helsinki, 1936, 86 pg.

Die ausgedehnteste bisherige Untersuchung über Lebensgewohnheiten, Massenwechsel und Bekämpfung der in Finnland zu den Kardinalschädlingen gehörenden Kohlschabe. Eine knappe, durch — zum Teil reichlich stark verkleinerte — Abbildungen erläuterte Beschreibung der Entwicklungsstadien ist vorangestellt. Begattung und Eiablage werden kurz, Brutpflanzen und Schadbild ausführlich geschildert, das letztere unter Vergleichung mit dem Fraßbild anderer, an Cruciferen lebender Beißinsekten. Die einschlägigen Photos stammen von Hukkinen. Die Entwicklungsdauer von Ei, Raupe und Puppe in ihren Beziehungen zur Temperatur ist kurvenmäßig dargestellt. Da bei Berechnung des Kurvenlaufs nicht die experimentell ermittelten Mindestzeiten der Entwicklung, sondern Mittelwerte zugrunde gelegt sind, muß aber bezweifelt werden, ob die abgebildeten Hyperbeln dem Sinne der ,,Wärmesummenregel" entsprechen. Die Zahl der in Finnland vorhandenen Generationen von *Plutella maculipennis* (2—3) soll allerdings zu der auf Grund der Kurven vorgenommenen Berechnung stimmen. Unter den neun beobachteten Parasiten führte mengenmäßig meist *Angitia fenestralis* Holmgr., 1928 aber *Diadromus subtilicornis* Grav. Insgesamt fielen den tierischen Schmarotzern in den Jahren 1928—1931 20—70%, 1928 dem Pilz *Entomophthora radicans* Bref. lokal 50—60% der Raupen zum Opfer. Solange die abiotischen Begrenzungsfaktoren nicht mindestens 92% und die Parasiten von dem

verbleibenden Rest nicht mindestens 90% der Nachkommenschaft ausmerzen, nimmt die Populationsdichte zu. Starke Regengüsse und lange Niederschlagsperioden im Sommer tun den Faltern und Raupen stark Abbruch. Die sich auf langjähriges Beobachtungsmaterial (1913—1935) gründenden Beobachtungen über die Beziehungen des Massenwechsels zum Klima besagen zusammengefaßt, daß das Ausbrechen einer Gradation in Jahren droht, denen ein warmer, weder ausgesprochen dürrer noch nasser, die Vollendung einer dritten Generation ermöglichender, aber das Aufkommen einer Mykose nicht begünstigender, nicht sonderlich parasitenreicher Sommer voranging, und die selber frei von intensiven und langen Trockenperioden sind. Andererseits erfolgt in der Massenvermehrung ein Rückschlag, wenn der Sommer so kalt ist, daß nur zwei vollständige Generationen zur Entwicklung kommen und der Winteranfang die dritte noch im Raupenstadium trifft, wenn ferner der Sommer regenreicher als normal ist, so daß die Eiablage behindert und ein großer Teil der Vollkerfe sowie die jungen Raupen durch schwere Regengüsse vernichtet und die Entwicklung von Bakteriosen begünstigt wird. Bei den Bekämpfungsversuchen schnitten arsenhaltige Stäubemittel (Cuprodyl, Eulenstaub, Arska, Silesia, Meritol, Gralit und Vermisil) bei weitem am besten ab (Tötungseffekt im Labor: 76, 5—93,6 %, im Feld: 46—65%). Derris- und Pyrethrum-haltige Mittel versagten. Die Wirksamkeit der arsenhaltigen Mittel fällt praktisch um so mehr ins Gewicht, als mit ihnen gleichzeitig andere Cruciferenfeinde (Meerrettichkäfer, Erdflöhe, Rübenaaskäfer usw.) gefaßt werden können. Auf die Vergiftungsgefahr für Menschen und Nutztiere wird nicht eingegangen. Die Stäubemittel sind zeitig mittels eines Geräts wie des ,,Puhuri" oder ,,Famos" zu 3—4 kg je Hektar, später im Jahr zu 6—7 kg je Hektar und notfalls wiederholt auszubringen. Die Saat soll möglichst zeitig, das Verziehen zu Beginn des Schlüpfens der Raupen und unter Vernichtung der entnommenen Pflanzen erfolgen. Bekämpfung kreuzblütiger Unkräuter! Blunck, (Bonn).

VIII. Pflanzenschutz.

Vogt, E., Die chemischen Pflanzenschutzmittel. Sammlung Göschen, Bd. 932, 2. Aufl., 1936, 117 S., 15 Abbild. Verlag Walter de Gruyter u. Co., Berlin und Leipzig 1936, Preis geb. 1.62 RM.

In vorbildlicher Klarheit und Kürze bringt auch die 2. Auflage des Fachkreisen vertrauten Göschenbändchens wieder das Wichtigste, was allgemein über Pflanzenschutz, über Spritz- und Stäubemittel, Unkrautvertilgungsmittel, Bodendesinfektionsmittel, Gase und Räuchermittel, Nagetierbekämpfungsmittel, Pflanzenschutzgeräte usw. zu sagen ist. Die einzelnen Kapitel sind für die Neuauflage überarbeitet und nach dem augenblicklichen Stande der Entwicklung des Pflanzenschutzes ergänzt, wobei die z. Zt. von der Biologischen Reichsanstalt anerkannten Pflanzenschutzmittel namentlich angeführt wurden. Eine ebenfalls neu überarbeitete Übersicht über die wichtigsten Pflanzenkrankheiten und -schädlinge und die anzuwendenden Bekämpfungsmittel, ein Anschriftenverzeichnis der Pflanzenschutzmittelfabriken und ein Register bilden den Abschluß. Das kleine, inhaltsreiche und zuverlässige Buch kann allen, die sich mit Pflanzenschutz beschäftigen, einen guten Überblick über das gesamte Wissensgebiet geben und ihnen als handliches Nachschlagebuch dienen. Trappmann, Berlin-Dahlem.

Verlag von Eugen Ulmer in Stuttgart-S, Olgastr. 83. — Druck von Ungeheuer & Ulmer, Ludwigsburg.